

PHILOSOPHIA
LIBERA SEU ECLECTICA
RATIONALIS, ET MECHANICA SENSUUM

Ad Studiosæ Juventutis institutionem accommodata, ac per lectiones digesta.

AUCTORE

D. IGNAT. MONTEIRO.

TOMUS V.

AEROMETRIA PHYSICA, PYROTECHNIA PHYSICA, NATURALIS, ATQUE ARTIFICIALIS ELECTRICITAS.

HOC EST

Aeris elementum, Atmosphæra terræ, mirabilia ejus munera, phænomena, Metheora: Ignis natura, proprietates, vires, effectus; mirabilia electricæ materiæ phænomena, vires, agendi leges: milleque alia iis argumentis affinia.

Editio secunda Veneta ab Auctore ipso correcta, aucta, & illustrata.







VENETIIS MDCCLXXV.

TYPIS ANTONII ZATTA

SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIIS.





AEROMETRIA PHYSICA

SEU

DE ELEMENTO AERIS,

TELLURIS ATMOSPHÆRA, ILLORUMQUE PROPRIETATIBUS, ET PHÆNOMENIS.

1. 

Ntegrum univerſi aſpectabilis mundi ſyſtema, atque mundanorum corporum motus, magnitudines, diſtantias, naturam, phænomena, variumque inter ſeſe ordinem ſuperiori hujus operis volumine proſecuti, eam nobis comparare, aliiſque exponere ſtuduimus mundanæ hujuſce machinæ ideam, quæ neque ſit a veritate aliena, neque in ullo hujus ætatis philoſopho deſiderari deberet. Poſt generalem totius tabulæ contemplationem ad eam illius partem penitus inſpiciendam atque examinandam deſcendamus, quæ nos maxime ſpectat, datumque nobis a Deo patrimonium exiſtit. Ab ampliſſimis mundanis orbibus, a tot cæleſtibus ſphæris ad vorticis centrum, ad tellurem noſtram philoſophando tandem veniamus. Philoſophus rerum obſervator poſt totius mundanæ machinæ contemplationem propius ad terreſtrem globum accedens, eumque omni ex parte examinans, duo hæc imprimis animadvertit. 1. Vaſtiſſimam hanc ſphæram ex quatuor potiſſimum inſignibus plane corporibus eſſe compoſitam, *Aere*, *Igne*, *Terra*, *Aqua*: quæ idcirco generalia terreſtrium corporum *elementa* vulgo nuncupantur: propterea quod non modo globum terreſtrem maximam partem componant, ſed omnium etiam peculiarium corporum compoſitionem ingrediantur. Philoſopho igitur terreſtrem phyſicam aggredi-

enti primum illa esse debent meditationis argumentum: quod qui penitius perspectum habeat, non parum sese in naturali philosophia profecisse existimet. Ab astris ad terram nostram accedentes primum offendimus aerem, & permixtum cum aere Ignem. Vastissimam circa tellurem atmosphæram componit primum illud elementum: globum circumdat, intra corpora omnia latens deprehenditur: atque una cum igne communis existunt infinitorum in corporibus effectuum caussa, & principium. Ordinem idcirco secunda hac operis editione invertimus: atque Geographiæ & Hydrographiæ physicis Aerometriam, & Pyrotechniam præmittimus. Plurima enim vero in prioribus illis disciplinis offendes, quæ citra proprietatum aeris, atque ignis cognitionem intelligi plane non possunt. Jam vero quantum nostra hominum intersit, aeris naturam diligenter examinare, infinita illa, quæ ab aere habemus commoda, atque necessaria munera luculentissime ostendunt. Aeri enim vero vitam ipsam, sanitatem, & utriusque conservationem debemus: illum, quamprimum in lucem eduntur, ad mortem usque respirant viventia: intra aerem nascimur, vivimus, & fato tandem cedimus; neque est in vita tempus ullum, quo ab aere semper circumdati, & in aere immersi non vivamus semper. Duplici imprimis ratione considerari a nobis potest, & debet aer: primo quidem illius natura, atque proprietates, ut peculiare corpus est, expenduntur; quin ad illius figuram, magnitudinem, statum, & mille alias circumstantias attendamus. Secundo spectari potest aer, ut sphæricus quidam annulus, & fascia terram circumquaque ambiens, ad certam altitudinem extensus, & immensam pene vaporum, atque terrestrium corporum exhalationum copiam comprehendens, omniaque metheora intra sese producens: Hoc secundo sensu spectatus aer *atmosphæra* nuncupatur: Aerem modo in primo sensu, in secundo postea considerabimus.

LE-

LECTIO I.

Aeris natura, & proprietates.

DEFINITIO.

2. *Aeris* nomine id elementum intelligimus, quod inspiramus, & expiramus; in quo vivimus, & movemur; quod supra terram undique diffusum nubes, & plurima id genus alia in se comprehendit; & terram cum cælo videtur committere. Hæc nominis definitio: rei naturam modo discutiamus.

PROPOSITIO I.

3. *Id, quod nomine aeris significamus, est corpus: ac proinde est extensum, impenetrabile, cæterasque corporum proprietates, & attributa in se continet.*

Enim vero aer, ut modo dicemus, vel est purus, peculiare corpus, atque elementum ab omnibus aliorum corporum vaporibus, particulisque distinctum; vel cum iis omnino permixtum, & proinde impurum. De utroque vera est propositio, quam serio demonstrare, supervacaneum fere duco: ea resistentia, quam offendimus, dum progredimur, dum manus, flabellum, & id genus alia per aerem movemus, aerem corpus esse, manifesto evincit: quidquid enim motui corporum resistit, est corpus. De aere impuro, omnium consensu, vera est propositio. De aere puro id tantum in dubium vertitur, existat necne aliquod, aeris nomine donatum, quod a reliquorum corporum particulis sit distinctum. Qui aeris puri existentiam agnoscit, illum etiam esse corpus adstruit. Quod si veteres aliqui spiritum dixere; ejus subtilitatem intellexere, & eo nomine significarunt.

PROPOSITIO II.

4. *Duplicis generis admittendus est aer, impurus scilicet, qui in vaporum congerie puro aeri permixta consistit, & terræ circumfusus* atmosphera, *seu* vaporum sphæra *dicitur; purus alius, corpus nimirum ab omnibus aliis corporibus diversum, telluri circumfusum, per*

quod vapores a corporibus terrestribus ascendunt, in eoque sustinentur.

Stoici apud *Tullium* (a), *Boyle* (b), *Otho-Guerike* (c), *Gravesande* (d) aerem a congerie vaporum non distinguebant: eoque nomine non peculiare aliquod corpus, elementum, aut substantiam, sed particularum, seu atomorum ex terrenis corporibus ascendentium complexionem, & mixtionem intelligebant. Quidquid tamen ii contra communem hominum sensum asseruerint; propositio facile patet. Terrestrium corporum particulæ, vapores, exhalationes sunt omnium confessione graves; neque alia ratione a telluris superficie ascendunt, nisi quia a fluido graviore, cui sunt immersæ, sursum urgentur, impelluntur, & detruduntur; fluidi enim pressione cessante, aut fluido ipso destructo, vapores illico in terram relaberentur: vapores igitur universi ab aliquo fluido graviore impelluntur, & sustinentur: id autem fluidum terræ circumfusum, & vaporibus ipsis permixtum nuncupamus *aerem*.

5. *Secundo*. Quamprimum aer e machina pneumatica inferius describenda extrahitur, fumus illico, & quicumque alii corporum vapores intra recipientis capacitatem in aere antea innatantes ad fundum cadunt, neque amplius elevantur, quamdiu non introducitur iterum aer; licet intra recipiens ponantur prunæ, aqua calida &c. ideo igitur ascendunt vapores; quia aliquod fluidum a vaporibus distinctum eos ad ascensum urget: quo sublato, vapores amplius neque elevantur, neque sustinentur: iterum autem admisso, iterum etiam ascendunt. Alio modo philosophari Hydrostaticæ leges non permittunt. Totum enim vero aerem circum terram diffusum mente parumper sublatum concipe: ascenderentne ea in hypothesi e gravibus corporibus graves proculdubio particulæ? quænam ascensionis caussæ.

6. 3. Plurimas aeris proprietates agnoscimus adeo con-

(a) *Lib. 2. de Nat. Deorum cap.* 10.
(b) *Exp. phys. med. edit. Genev.* 1677. *pag.* 69.
(c) *Exp. nova Magd. l.* 2. *c.* 1.
(d) *Phys. Elem. Math. pag.* 586.

constantes, atque a cæterorum corporum proprietatibus diversas, ut certam naturam semper eamdem & constantem, ex qua profluant, manifesto indicent. Quomodo tamen hæc, si aer in vaporum congerie consisteret; cum hæc in eodem statu fere numquam permaneat, sed continuam semper variationem patiatur, ex qua proprietatum etiam, & effectuum varietas consequi deberet? Hæc proculdubio præter alia plane constant, corporum vapores, & exhalationes corrumpuntur, in propriæ speciei corpora vertuntur, de novo efformantur: hasce vero vicissitudines non patitur aer. Vapores & igni, & flammæ, & humanæ respirationi sæpissime nocent; juvat ex adverso semper aer, iisque omnibus est plane necessarius.

Quarto: Aeris elasticitas illius densitati est proportionalis; densitas prementium ponderum rationem sequitur: utrumque autem in vaporum congerie fallit, ut experimentis *Muschenbroekii* edocemur (*a*).

7. *Quinto*. Aer ab intimis corporum poris, seu subtilissimis sinubus liber, elasticus semper existit: vel enim frigescat, vel calore afficiatur, humorem, aut siccitatem servet; elasticitatem semper suam habet: neque etiam, quantumvis frigidus, aut humidus evadat, in liquorem sensibilem, aut in glaciem vertitur, ut vaporibus fere semper accidit: sunt igitur duo corporum genera longe inter se diversa: ad diversaque munera a rerum auctore Deo primitus constituta. Aer sane, ut ex toto hoc opere constabit, universalis videtur esse naturæ cardo, atque principium, unde terrestrium corporum vires, & effectus potissimum pendeant.

PROPOSITIO III.

8. *Est etiam aer corpus maxime fluidum, pellucidum, subtile, sonorum, elasticum.*

Omnia hæc esse aeris proprietates, ratione, experimentis, sensuum testimonio constat. De singulis pauca indicare sufficiet. Aerem esse maxime fluidum, id luculenter conficit, quod sensibilis quælibet

(a) *Elem. Phys. n.* 1069.

bet illius massa, aut particula, quomodocumque tractetur, quocumque loco, & tempore, magno licet frigori, humori, & aliis id genus qualitatibus, cuicumque etiam pressioni subjiciatur, in firmum corpus evadere numquam potuit: dum interea fluida alia corpora nobis nota, si ætherem, seu ignem purum *elementarem* excipias, liquiditatem amittunt, aliquantulum concrescunt; & magna frigoris intensitate accedente, in glaciem etiam vertuntur, ut de hydrargiro, seu mercurio, & spiritu vini, corporibus sane, si qua alia, fluidis infra probabitur.

9. Intra omnia corpora infinitas aeris particulas hac illac dispersas, & cum partibus corporum irretitas latere, non ignoro: ejusmodi aerem vocari ab aliquibus *fixum*, indeque eductum, seu explicatum *factitium aerem* nuncupari, agnosco. Peculiaris tamen hic particularum aeris status, inferius a nobis exponendus assertæ proprietati non opponitur: ut ex rei ipsius expositione apparet. Id scilicet unum asserimus, sensibilem aeris massam, quantumvis comprimatur, frigescat, aliisque modis tractetur, quibus fluida concrescunt, fluidam semper manere. Aliquas vero aeris spiras intra corpora cum solida, tum etiam fluida explicari, elasticitatem amittere, particulis corporum adhærescere, cum iis concrescere: firmique propterea corporis partes fieri post experimenta *Stephani Hales* admitto (*a*). Quod istiusmodi aerem *fixum*, seu solidum nuncupes, per me licet: nihil tamen id propositioni opponitur: cujus veritatem ipsemet *Hales* confirmat (*b*)

10. Aeris pelluciditas sensuum evidentia constat. Nullum terrestre corpus, solidum illud, aut fluidum existat, parem, atque aer, pelluciditatem habet. Hoc ego dum dico, tria insimul animadverto; 1. quo pacto lux per mediam aeris substantiam transeat, explicare hujus loci non esse: rem asserimus, rei modum alio remittimus: 2. quomodocumque tamen

---

(a) *Rem experimentis fuse probat* Stephanus Hales *statique des vegetaux*.

(b) Hales *statique des veget. append. exp. 7. description d'un instrument &c.*

men lux transeat, aerque existat pellucidus; est tamen corpus, plurimique radii a solida ejus partium massa reflectuntur: 3. suos esse aeri colores, statim demonstrabimus: ii tamen vaporibus potius, seu atmosphæræ, quam puro aeri tribuendi sunt.

11. Mira aeris subtilitas a nemine in dubium vertitur. Ex scrupulosa plurimorum corporum solutione, a *Roberto Boyle*, & *Stephano Hales* (a) diligentissime peracta, plane constat, in angustissimis omnium corporum poris, atque intimis receptaculis, & sinubus aerem inveniri: illinc soluto corpore explicari, expandi, & in spatium longissime, atque corpora ipsa, majus distendi. Aeris tamen particulæ & lumine & igne crassiores esse apparent: per vitrum, plurimaque alia corpora facile penetrat lux, calor, ignis; non tamen aer: ut visitur in vitreo recipiente vacuo, intra quod posita corpora a luminoso exterius admoto & illuminantur, & calefiunt, & ignescunt, quin tamen aer per vitri poros traduci ulla arte possit. Id vero diversæ partium figuræ tribui posset, si in uno tantum aut altero corpore observaretur: cum in tot corporibus, pororumque varietate accidat; partium tenuitati referri opus est.

12. Si aerem cum aqua, & aliquot aliis liquoribus conferamus facile dictu non est, quanam ex parte major partium subtilitas reperiatur. *Robertus Boyle* (b), & *Reaumur* (c) ex plurimis experimentis a sese factis deducunt, aeris particulas, aquæ, & aliorum liquorum particulis non parum subtilitate cedere. Chartam siquidem permeat, & transgreditur aqua, non aer: charta etiam aqua jam madida, & lota aerem adhuc excludit; licet aliqui liquores illam hinc inde penetrent: igitur ejus foramina aqueas, non aereas particulas excipiunt: aqua proinde aerem subtilitate vincit.

13. Ab hisce tamen experimentis minorem aeris subtilitatem satis evinci non existimo: ab ipsamet enim aqua per chartam traducta, seu percolata plurimum aeris defertur, atque ab illa postea extrahitur

(a) Hales. *Analisi dell' aria*.
(b) *Nov. Exp. Phys. Mech.*
(c) *Mem. de l' Acad.* 1714. p. 59.

tur: aquæ idcirco particulæ aeris partes complecti, secum trahere, & mole superare videntur. Quare tamen aer seorsim chartam facile non permeat, ab aqua permeante defertur? Forsan id erit a figurarum ratione derivandum. Si aeris partes striæ, seu spiræ minutissimæ existant, quæ se solis genio proprio convolvantur, ab aqua vero explicentur, satis hoc uno intelligeretur, aerem, se solo, chartam, plurimaque alia corpora penetrare non posse, ab aqua penetrante facile transduci.

14. Hæc forsitan rerum positio a vero rerum statu non multum abludit. Si vera illa est, ratio subtilitatis inter aquam, & aerem definiri a nobis non potest: spiræ sphæris minores esse possunt; ampliorem tamen, ut transeant, porum requirere: possunt etiam ex adverso sphæras mole superare; per æquales tamen sphæris poros facile pertransire; si in cilindros explicentur. Hæc præterea rerum positio cum observationibus, & proprietatibus aeris convenit: aer se solo semper est elasticus: intra corpora in particulas minimas divisus vim elasticam amittit, aut non exerit, ut inferius demonstrabitur: primum est convolutis, secundum explicatis spiris conforme.

15. Duplex alia aeris proprietas in propositione asserta, esse scilicet aerem corpus apprime elasticum, atque sonorum, certa plane res est. Sed quoniam utraque hæc aeris proprietas infinitorum fere effectuum naturalium caussa existunt, quos fusissime inferius prosequemur; a peculiari earum examine, & probatione supersedeo. Rem existere asserui: existentiam, modum, caussas, effectus probare, atque exponere, alio remittamus. Hoc potius impræsentiarum quæri posset; est ne aer relatarum modo proprietatum adeo tenax, ut in corpus durum, & non elasticum converti nequeat? Rem statim post gravitatis, pressionis, elasticitatis aeris, discussionem examinabimus. Ex hucusque dictis id imprimis consequitur, omnes aeri proprietates competere, quæ sunt fluidis corporibus communes. Quænam illæ sint, in Hydrostatica exposuimus. Quod de fluidi, de elastici pariter corporis proprietatibus dictum habe: postremas hasce in Generali Physica recensuimus, illæque eo perfectiori gradu aeri conveniunt, quod hujusmodi fluidum atque subtile elementum ad perfectam elasti-

cita-

citatem proxime accedat. His tamen modo prætermissis, quænam aliæ aeris proprietates, & qualitates sint, examinemus. Et primo quidem nihil est hominibus magis familiare, quam de aeris frigore, calore, siccitate, humore queri. Suntne hæc puri aeris qualitates?

PROPOSITIO IV.

16. *Perperam omnino dicitur, aerem purum, & elementarem esse humidum, calidum, & siccum, ex se enim neque humidus, neque calidus, neque siccus, neque frigidus dici potest; eas tamen qualitates omnes ab aliorum corporum particulis in aere ipso natantibus, impurumque aerem componentibus, habet.*

Primo. Enim nullum est experimentum, aut ratio, ex quibus aeris siccitas, humor, calor inferatur: aer utique, in quo vivimus, & experimenta instituimus, est maxime impurus: calidis modo, frigidis postea, aut humidis particulis abundat: Nullum igitur experimentum instituere possumus, ex quo aerem purum, & secundum suam propriam naturam prædictas habere qualitates, evincatur.

17. *Secundo*. Licet corpora aeri exposita plurimas mutationes subeant; id tamen nequaquam aeri puro, & elementari, sed innatantibus, & permixtis cum aere aliorum corporum particulis referri debet; alias enim aer & frigidus, & calidus, & humidus, & siccus, & innumeris aliis qualitatibus sibi invicem contrariis præditus esset. Madida enim sæpissime corpora, ut vestimenta & alia, & ipsa etiam terra, lacus, paludes, aeri exposita exsiccantur: sicca interdum humorem contrahunt, ad aerem aliquando calescimus, frigore interdum corripimur: plurima morborum genera a nocivo, quem respiramus, aere contrahimus; sanitatem aliquando ipsimet aeri referimus acceptam; & plurima id genus alia passim vera esse experimur: at dici nequit, aerem & frigidum, & calidum, humidum, & siccum esse, & sanitatem, & morbos afferre.

18. Est igitur aer ad omnia hæc penitus indifferens, neque ullam ex allatis qualitatibus ex sua habet natura: illas tamen ab extraneis corporum particulis, quibus semper est, tamquam naturalis spongia,

gia, copiosissime imbibitus, in sese accipit. Est igitur humidus, si magnam terrestrium vaporum copiam contineat: Siccus, si & aqueis vaporibus privetur, & terrestribus exhalationibus, & calore insimul abundet; caloris enim beneficio madida corpora incalescunt: eorum particulæ aqueæ rarescunt, & raritate leviores factæ sursum per aerem in vapores versæ avolant. Neque alia ratione aerem male sanum dicimus, nisi quia nocivis corporum ea in regione extantium particulis nimium scateat, easque secum in intima corporum animalium receptacula, venas, arterias, cor, pulmones, copiosam morborum materiam respiratione, cibo, potu aliisque rationibus afferat. Quid enim? in uno eodemque loco, eadem aeris massa oppositarum qualitatum multiplicitatem consequenter edit. Ejusdem quidem palatii aer in inferiori camera humidus, in superiori siccus, in hac temperatus, aut calidus, in alia frigidus deprehenditur: qua in camera lectis ornata vespere pura, & salubris existebat, mane tamen a nocturna corporum transpiratione male sana existit. Idemmet aer, mutato loco, tempore, corporum exhalantium statu, numero, natura, illas omnes qualitates contrahit, amittit, mutat: non igitur ex natura aeris, sed ab externis causis illæ qualitates profluunt.

19. Idem vulgi præjudicium ex ipsamet adductarum qualitatum notione constat: quid calor, & frigus existat, inferius exponimus: neutrum ex notione aeris derivari, re perpensa, animadvertes. Idem pariter post inspectas humidi, atque sicci notiones pronuntiabis. Esto, inquies, calidus, frigidus, humidus non sit, neque dicatur aer; siccum tamen corpus esse, cum recentioribus aliquot dicendum videtur. Aer scilicet corpora alia numquam ex sese humectat, ut cæteri liquores: igitur non est humidus, sed siccus. Respondeo, idem non esse, corpus non esse humidum, atque esse siccum: utrumque est physica qualitas relativa ad diversa corpora, & in eodem subjecto desiderari utrumque potest. Elementum fluidum, quod neque humorem corporibus communicet, neque ab iis auferat, neque humidum, neque siccum dici potest: hujusmodique esse puri aeris conditionem probavimus.

PRO-

PROPOSITIO V.

20. *Est etiam aer peculiare quoddam corpus ab aura, seu substantia ætherea distinctum.*

Est dicere, præter aeris elementum, quod respiramus, & atmosphæræ terrestris fundum veluti efficit, alius est aer longe subtilior, auraque idcirco nuncupatus, qui in atmosphæra etiam nostra existit; præcipue tamen supra atmosphæram longissime distenditur. Utriusque fluidi distinctio ab observationibus deducitur. Aer hic noster crassus ex machinæ pneumaticæ inferius describendæ recipiente ope anthliæ pneumaticæ extrahitur; non autem aura ætherea: recipiens siquidem aere vacuum adhuc est aura ætherea plenum. Hinc aliquod inter utrumque corpus dignoscitur discrimen. Aer vitri, plurimorumque aliorum corporum poros libere non ingreditur: maxime autem aura ætherea: qua idcirco aere nostro longe subtilior existit.

21. 2. Per aerem fumus, & reliqui terrestrium corporum vapores elevantur, & sursum ascendunt ab aeris gravitate impulsi, & detrusi: hoc autem auræ ethereæ minime competit: aere enim e recipiente extracto, fumus, flamma, quæ antea per aerem ascendebant, elevari amplius non possunt, sed deorsum relabuntur.

3. Auram æthereæm a crasso aere distinctam existere, per omnia corpora diffundi, vi quadam activa esse præditam, quæ infinitorum fere effectuum caussa sit, luculentius adhuc confirmabitur, cum de igne elementari disputabimus. Quænam sit duplicis hujusce aeris præcipua distinctionis caussa, nos penitus latet.

22. Aer igitur crassus, quem respiramus, terram circumquaque cingens ad certam altitudinem porrigitur, ultra quam per immensa firmamenti spatia ad stellas usque fixas per plurimos leucarum milliones subtilior quidam aer, seu aura ætherea distenditur; cujus limites, naturam, & proprietates unus agnoscit Deus. Neque tamen credendum est, aerem a terra ad supremam usque illius superficiem, esse æque crassum, densum, & eadem terrestrium vaporum copia refertum: aeris enim crassities, & densitas sur-

sum

sum ascendendo gradatim decrescit ad certum usque raritatis, & subtilitatis terminum, ultra quem æther extenditur. Neque etiam vapores ad supremum usque aerem elevantur: sed pro diverso raritatis, subtilitatis, & relativæ levitatis gradu alii ad majorem, alii ad minorem altitudinem subsistunt, quin ad supremum aerem, elevandis, & sustinendis vaporibus imparem, ascendant. Sed de his iterum redibit sermo.

PROPOSITIO VI.

23. *Aer etiam purus, & elementaris intra telluris atmosphæram existens, est fluidum grave, & perinde, ut alia corpora, in terræ centrum ponderat.*

Antequam propositionis veritatem demonstremus, ut deinceps dicenda plane intelligantur, machinæ illius indicanda est descriptio, atque usus, quæ & *pneumatica*, & *Boyleana* nuncupatur: pneumatica quidem ab aere, qui spiritus sæpe dicitur, cujus experimentis inservit: *Boyleana* vero a *Roberto Boyle*, nobili philosopho Anglo, qui eamdem maxime perfecit. Multiplex, variaque est ejus compositio, partiumque ordo, aut numerus: rei summa, & simplicior structura est: Paretur ex vitro vas quoddam I DI cavum, admodum capax in tintinnabuli seu æris campani formam tornatum, quod a convexa summitate D amplitudine sensim crescens in apertum os satis amplum alia ex parte desinat: idque recipiens nuncupatur. G G est patina quædam metallica superius complanata, atque levigata, cui recipiens imponitur: atque ut recipientis labia ita patinæ congruant, ut nullus aeri permittatur ingressus; quædam ex molli corio paratur circumferentia, quæ recipientis ori congruat, atque inter illam, & patinam interponatur. In patinæ centro foramen L existit, quod tubo metallico L E cavo respondet. Tubus ille L E ex superiori parte patinæ, ex inferiori autem anthliæ EF ita committitur, ut aerem ex recipiente, aut ex anthilia solum possit accipere: & media quadam clavi O aeri per tubi cavum permittitur, aut negatur transitus. Anthilia E F est cilindrus metallicus satis amplus, cavus, utrimque clausus, si os inferius F excipias: in superiori basi duplex

plex habet foramen, quorum altero cum tubo L E communicatur, alteri autem clavis Y aptatur. Embolus A medio manubrio A N stapedi N, stapes manubrio etiam N K committitur. Tota machina ope mensæ, aut tripodis, aut alio modo firmatur, ut citra succeſſionem, & machinæ periculum experimenta fieri poſſint. (fig. 8. tab. 1.)

24. Machina multiplici alia ratione conſtrui poteſt, & ad diverſos etiam uſus inſervire: generalia duo capita ſunt, recipiens aere evacuare; aerem in recipiente comprimere: intra recipiens experiendi cauſa plurima ponuntur corpora, aves, animalia, fructus, carnes, piſces, tubus torricellianus, hemiſphæria magdeburgica, liquores, corpora ſonora, milleque alia: ut quid iis in vacuo, aut addenſato aere accidat, experimento comperiatur. Ut recipiens evacuetur, emboles A ad E adducatur; tum vero claudat Y, recludat O: pede ſtapedi N impoſito, embolus A ab E ad F deducatur: aer igitur a tota capacitate cylindri E F expellitur, atque a recipiente ob vim elaſticam per tubum L E in E F irruit: tum vero claudat O, recludat Y, emboluſque A ad E iterum adducatur: aer ille novus totam anthliæ capacitatem implens per Y expellitur: eo expulſo, claudat iterum Y, recludat O, ſubducatur embolus: eademque uſque adeo iterentur, quoad nullus jam aer per L E deſcendere animadvertatur. Quæ in hiſce extractionibus accidant, vide inferius phænomeno 14.

25. Aeris pondus, quod veteres Scholaſtici tantopere negarunt, adeo evidenter hiſce temporibus experientia, & ratione eſt demonſtratum, ut nullus quem ſciam, de illo jam dubitet. Supervacaneum igitur eſſet, magnum, ut fieri poterat, obſervationum apparatum præmittere, ex quibus hujuſce rei veritas ad evidentiam deduceretur; ſed uno vel altero experimento, & ratione rem conficiam.

26. I. Nullum inter terreſtria corpus eſt, quod dilatari, rarefieri, diſſipari, abire magis adnitatur, difficiliuſque in peculiare aliquod centrum tendat, quam aer: ipſe etiam pulvis pyrius, qui facillime in auras diſſipatur, ab aere longe ſuperatur, ut omnibus, qui pulverem pyrium Phyſicorum more tractarunt, notum eſt, & in loco evincimus. Niſi igitur aer

peculiari aliquo vinculo circa tellurem circumfusus detineretur; in auras jam pridem evanuisset: hujusmodi autem vinculum est gravitas, qua ad telluris centrum urgetur, & perpetuo circa illam retinetur.

27. 2. Extra dubitationis aleam positum est, terrestrium corporum vapores, & corpuscula caloris ope rarefacta, & a suis corporibus avulsa, sursum per aerem ascendere, & medio in aere ad magnas sæpe altitudines sub nubium specie sustineri: sunt vero illa omnium confessione gravia: ascendere igitur per medium fluidum alia ratione non possunt, nisi quatenus medium ipsum fluidum iisdemmet corpusculis gravius, ea sursum impellit, & urget, ut ex Hydrostatica facile demonstratur.

28. 3. Innumeris experimentis eadem veritas ostenditur: e millibus unum seligo. Si vas vitreum satis amplum majori, qua fieri poterit, diligentia ab aere evacuatum, exactissime utrimque clausum, ope exactissimæ libræ ad æquilibrium cum pondere alio noto adducas, deinde vero aperto vasis foramine, illud aere impleri permittas, iterumque appendas; sensibile pondus ex alia parte adjungi necesse est, ut æquilibrium servetur (*a*): aer igitur in vitreo vase inclusus proprium habet pondus.

Idemmet experimentum pari semper eventu plures hujus ætatis Philosophi multoties instituerunt; imprimis vero *Homberg*, quo teste aer in sphæra vitrea inclusus, cujus diameter erat 13. pollices longa, unciæ pondus continebat (*b*); duas vero uncias aer in sphæra vitrea 20. pollicum diametri inclusus (*c*).

29. Contra experimentum tamen opponi hic facile posset: deprehensum illud ponderis discrimen non ab aere, sed a natantibus in aere vaporibus provenit: indubium est, aerem esse semper terrestrium corporum vaporibus, & particulis, seu corpusculis admodum impurum: ea autem corpuscula sunt citra dubium gravia: quid igitur mirum, si vitri pondus augeant? Resp. Impossibile esset, ut modo diximus, gra-

(a) *Nollet t. 3. des Lecons de Physiq. lect. 10. exp. 1.*
(b) *Hist. de l' Acad. an. 1696. p. 403.*
(c) *Mariotte t. 1. p. 153.*

gravia corpuscula per fluidum non grave, ac proinde levius, ascendere contra Hydrostaticæ leges. 2. Id tandem *Nolleti*, & aliorum dexteritate factum est, ut aer ipse corpusculis purgaretur, iique vapores, qui antea in aere intra vas vitreum sustinebantur, in vase subsiderent, in illoque, aere extracto, remanerent; nihilominus idem gravitatis discrimen semper deprehenditur.

30. 4. Denique eadem veritas ab experimentis in tubo Torricelliano institutis luculentissime demonstratur. Sit tubus vitreus C A B (quem *Torricellius* cogitavit, & auctoris nomen servat), cujus altitudo, crassities, & diameter seu capacitas varia ad libitum esse potest; tres tamen pedes semper excedat, ex parte B apertus, ex parte C vero perfecte clausus: illi etiam non raro committitur sphæra vitrea M interius cava. Tubo erecto mercurium ad summitatem usque infunde, manu deinde ori B (fig.12.) ne mercurius effluat, imposita, invertitur tubus, ita ut extremum B intra stagnans in aperto vase hydrargirum immittatur, ab eoque recta erecto, & firmato subducitur manus, libereque hydrargirum effluere permittitur.

31. His itaque peractis, sponte effluit hydrargirum donec ad punctum A, ad duorum scilicet pedum altitudinem cum dimidio descendat, ibique sistit; vacua interim relicta superiori parte tubi, & vitrea etiam sphæra M, quantumvis magna statuatur. Pro altitudine duorum pedum cum dimidio, seu 30. pollicum, sæpe 29. aut 28. pollices apud auctores leges: eadem tamen est altitudo diversa pollicum magnitudine significata. Ex simplicissimo hoc experimento res ita demonstratur. Hydrargirum ad $2\frac{1}{2}$ pedum altitudinem semper sistens, eamque altitudinem constantissime servans ab aliqua externa perenni, & constanti causa retinetur, sustentatur, & impeditur nisi enim impediretur, nativa gravitate omnino descenderet: hæc autem causa alia esse nequit, quam aer externus, qui pondere suo deorsum nititur, ulterioremque hydrargiri descensum impedit. Si enim intra machinæ pneumaticæ recipiens immittatur tubus C A B cum hydrargiro ad altitudinem B A suspenso; quamdiu aer non extrahitur, ad eam alti-

tudinem sustinetur hydrargirum, at aere sensim extracto, sensim etiam descendit; si penitus extrahatur aer, penitus etiam descendit: si paullatim iterum admittatur, paullatim iterum ascendit hydrargirum. Aer igitur unica existit hujusce elevationis, atque sustentationis caussa.

32. Hujusmodi experimentum multiplici alia ratione, magna locorum, atque temporum diversitate, aliisque & aliis liquoribus adhibitis, millies fuit a philosophis institutum, ad radices, in declivitate, supra verticem montium peractum duo hæc semper demonstravit, liquores ad eas altitudines in tubis sustineri, quæ sint inter se in ratione inversa gravitatis ipsorum liquorum. 2. Si altior est prementis aeris columna; altior etiam est liquoris in tubo altitudo; breviori columnæ minorem altitudinem respondere. Sed fusius hæc statim exponentur, & ulterius aeris gravitas confirmabitur: de qua, usque ad elapsi proxime sæculi dimidium ignota, & acriter a scholasticis philosophis negata, post *Torricellii*, *Galilæi*, *Mersenii*, *Paschalis*, *Boyle*, *Guerikii* experimenta nullum jam superest dubium.

PROPOSITIO VII.

33. *Aeris massa est maxime elastica, & mirabilis plane compressionis capax.*

Duplicem hanc aeris proprietatem omnes agnoscunt, & admittunt: & si quis negaret; ad quotidianas, & obvias passim observationes esset provocandus, ut innumeris experimentis utramque illam aeris vim edoceretur: a quibus humana lingua, vita nostra, infinitaque alia physica effecta omnino pendent.

Secunda pars, ut ab illa incipiamus, innumeris experimentis constat, quorum aliqua indicare sufficiat. In globum æneum aere plenum ope anthliæ multo plus aeris immittitur, quam sphæra in se contineat. 2. Parum aeris C D in recurvi barometri B D C (fig. 3.) minore latere C D inclusum, eo magis restringitur, & ad minus spatium reducitur, quo plus mercurii in alio tubi latere A B infuderis: adeo, ut magis & magis contrahatur aer in sphæra C E contentus, quo prementis fluidi in latere B A altitudo augetur. Tubus scilicet vitreus C B A ex C om-

omnino clausus, ab extremo A apertus, sit plures pedes, 6, 10, 15 longus: aer tubi capacitatem occupans, v. g. aer in sphæra CE perinde est ab atmosphæra, atque esset ab hydrargiri columna, 30. pollices alta, compressus: hydrargirum insuper tubo ad altitudinem BH, 30. pollicum infundamus: aer CE duplo atmosphæræ pondere pressus, in spatium dimidium comprimitur: hydrargiro ad parem altitudinem HA ulterius infuso, in tertiam spatii partem constringitur aer: eademque ratione ad singulas ponderum additiones magis contrahitur.

34. Ex his, & aliis experimentis, sæpe jam accuratissime peractis, constat, aeris pressiones ponderum, aut virium prementium rationem sequi: cum vero volumina eo sint minora, quo majores fuerint pressiones, volumina, in quæ eademmet aeris massa reducitur, sunt reciproce, ut prementia pondera, aut vires prementes. Si v. g. pollex cubicus aeris a potentia duplo majori, atque antea, comprimitur, in spatium & volumen prioris dimidium constringitur; & ita similiter in alia quacumque quantitate, & mensura: experimentis in eam rem institutis rationem hanc late probat *Mariotte*, & *Boyle*, & ex ipsis *VVolfius*, *Hales*, *Muschembroek*, *Nollet*, *& alii*.

35. Aer juxta *Roberti Boyle* experimenta, & calculum ita comprimitur, ut in volumen 13. vicibus minus redigatur, atque prope telluris superficiem occupat: ubi ipsemet aer a superincumbente atmosphæra admodum addensatus existit. Longe ulterius rem produxit *Stephanus Hales*, qui aerem in 38 partem spatii proprio experimento redegit (*a*). Ex quodam etiam *Petri Muschembroekii* experimento circa ferrei fili tenacitatem instituto, longo calculo deducto, concludi posse existimat, aerem in spatium 1598. vicibus minus a se intra bombardam ferream fuisse redactum, antequam pressione, & interna aeris, & aquæ resistentia rumperetur. Verum in eo calculo non pauca video incerta, ob quæ postremam hanc pres-

(a) *Statique des veget. Append. Exper. 7. Description d'un instroment. &c.*

pressionem affirmare non ausim (*b*). Illud præterea circa propositam superius regulam, *aerem scilicet comprimi in ratione virium prementium*, animadvertendum, eam quidem ad qualcumque pressiones non extendi: aliter posset aer in infinitum semper magis, & magis comprimi, & in volumen infinite parvum redigi, quod dici nequit: quantumvis id affirmet *Boyle*, *Mariotte*, *Benjamin* (*a*).

36. Aer igitur ad certum usque densitatis terminum ita comprimi poterit, ut volumina sint in reciproca ratione virium prementium. Deinceps vero magis semper, & magis pressioni resistet: neque in volumina viribus prementibus reciproca ratione exacte respondentia reduci poterit; cum vero ad certum densitatis terminum fuerit redactus; nulli ulterius naturali pressioni cedet. De his iterum redibit sermo.

37. Prima propositionis pars experimentis etiam probatur, & a nemine in dubium vertitur: Aer compressus illico, ac a premente pondere, aut potentia liberetur, in pristinum statum, & extensionem sua sponte restituitur, ut omnia experimenta confirmant: at nihil est aliud corporum elasticitas. Vesica v. gr. utrimque exactissime clausa, ut nihil aeris in eam ingredi possit, corrugata, & aere pene vacua, ac in recipiens immissa, quamprimum ab eo aer, vesicam utrinque comprimens, extrahitur, dilatatur, quasi esset aere plena; aere vero iterum in recipiens ingresso, in pristinum statum reducitur.

38. Exiguæ scilicet aeris particulæ in corrugata vesicula inclusæ eamdem, ac externus aer, compressionem habent; quamprimum autem a circumstante aere liberantur; distenduntur, vesicam inflant, & dilatant: aere iterum ingresso, iterum comprimuntur, & in priorem statum redigitur vesica. Hujusmodi autem phænomenon ab aeris elaterio provenire, id ad evidentiam demonstrat, quod si vesica sit acu perforata; quantumvis evacuetur recipiens, numquam dilatatur, aut extenditur; sed easdem semper rugas servat; internus enim aer dilatatur quidem, cum

(a) *Hales loc. cit.*
(b) *Gramat. de la Scienza filos. p. 3. c. 1.*

cum alius e recipiente educitur; sed per vesicæ foramen extruditur, eamque proinde inflare nequit.

COROLLARIA.

CIRCA GRAVITATEM, ELATERIUM, ET COMPRESSIONEM AERIS.

COROLLARIUM I.

39. Quoniam aer est fluidum grave, communem reliquis fluidis proprietatem habet, quod scilicet in inferiorem locum e superiori dilabatur. Fac v.g. intra atmosphæram, seu in suprema ejus parte casu aliquo massam quamdam destrui, seu alio transferri; circumstans illico aer, relicta cavitate superior in eam proprio pondere prolabetur; ad eum modum, quo aqua in inferiorem, cum potest, descendit locum. Unde etiam sequitur, supremam aeris superficiem, nisi externa obstet causa, in sphæram debere esse curvatam, seu aerem in sphæræ modum sese circa tellurem componere, ut de fluidis generatim demonstravimus.

COROLLARIUM II.

40. Cum gravium pondera sint in ratione densitatum, fit, aerem eo graviorem esse, quo magis comprimitur, & in minora volumina reducitur: eadem enim massa aeris eo est densior, quo a majoribus viribus comprimitur; illius igitur pondus, seu gravitas est in ratione inversa voluminum, directa vero potentiarum prementium: major enim compressio aerem ad volumen minus, & ad pondus majus reducet. Hoc intellige ad certum usque compressionis terminum, ultra quem, ut superius monui, hæc ratio perturbatur.

COROLLARIUM III.

41. Aer quo fuerit ad telluris superficiem propior, eo erit magis densus, & gravis:, eo levior, & rarior; quo editior, & a tellure remotior: ad montium proinde radices gravior, densior, & magis com-

preſſus exiſtit, quam in ſummitatibus. Fluidorum enim partes in ſe ipſas graves ſunt, & aliæ alias premunt (ut demonſtr. in Hydroſtatica phyſica): aer igitur ſuperior inferiorem comprimit; compreſſus fit magis denſus, ac proinde gravior: dum interea ſuperior aer eſt magis rarus, & levis, quia minus premitur. Præterea aeris pondus, & denſitas ſequitur rationem preſſionis: quo igitur humilior fuerit aer; majus habebit pondus, & denſitatem.

42. Hoc tamen dictum intellige, attenta ſolum aeris natura, atque *ſi cætera ſint paria*. Non una enim eſt cauſa, quæ dat exceptioni locum: ver. gr. ſi ad montis radices, ut plerumque fit, major exiſtat calor, quam ad illius ſummitatem, rarior, & levior erit in primo, quam in ſecundo loco aer; calore enim, ut ſtatim dicemus, plurimum diſtenditur, frigore plurimum conſtringitur aer. Fieri proinde poteſt, ut aer magis compreſſus ab alio aere, vel corpore ſuperincumbente, ſit tamen ſuperiore, & minus preſſo aere levior, & rarior: quod ſæpiſſime fit, ſi valles cum montium ſummitatibus comparentur: in iis enim calores ſubterranei, & radii ſolares hinc inde a montibus, rupibus, cavernis repercuſſi, contentum intra valles aerem plurimum calefaciunt; dum interea aer ſupra montium ſummitates exiſtens, a ſubterraneo calore, & radiorum repercuſſionibus immunis, & liberiori vento agitatus frigeſcit.

COROLLARIUM IV.

43. Gravitas igitur aeris continuatis variationibus eſt obnoxia: neque enim æqualiter ſemper premitur: cum modo plures, pauciores modo ſint in atmoſphæra vapores, qui proprio pondere inferiorem aerem comprimunt: varius etiam ſubinde eſt calor, & frigus, ex quibus raritas, & denſitas ac proinde pondus aeris tantopere pendent. Ad hujuſmodi gravitatum diſcrimina dignoſcenda Thermometrum inſervit, de quo alio loco diſſerimus. Aſſerta hæc effectus inconſtantia ab inconſtantia cauſſæ deducitur: cauſſæ denſitatis aeris ſunt ſuperincumbentis aeris preſſio, vaporum copia, frigus, caloris decrementum: quatuor hæc perennes ferre ſemper viciſſitudines, atque mu-

mutationes patiuntur : eademque in effectu varietas existat necesse est.

COROLLARIUM V.

44. Aer quo magis densus extiterit, majorem habet elasticitatem; minorem, quo rarior, cæteris paribus: est enim aer perfecte adeo elasticus, ut sibi libere derelictus ad eam semper extensionem restituatur, a qua fuit ad minus volumen redactus, ut experimenta passim demonstrant (*a*); sed eo majori potentia & viribus opus est, quo certa aeris massa ad minus volumen redigitur, & in majorem densitatem adducitur; majus igitur eo in statu elaterium, & sese restituendi virtutem habet: vis enim, qua restituitur, vires prementes adæquat. Dixi *cæteris paribus*, quia calore plurimum augetur aeris elasticitas, ut postea dicemus: fieri proinde potest, ut aer minus compressus, magis tamen calidus, majores habeat sese restituendi, atque dilatandi vires.

COROLLARIUM VI.

45. Vis elastica aeris compressi vim comprimentem adæquat : ac proinde aer perfecte restituitur. Aer scilicet, cum comprimi ulterius non potest, parem pressioni, & viribus prementibus resistentiam opponit: si minor esset resistentia, ulterius adhuc cresceret compressio, quoad tandem ad æquilibrium inter actionem, & resistentiam deveniretur: hujusmodi resistentia est ipsummet aeris elaterium: quod idcirco est viribus prementibus æquale. Experimentis etiam quamplurimis eadem veritas ostenditur; ex iis enim aperte constat, aeris compressi elasticitatem pondus attollere, & sustinere illi, a quo antea comprimebatur, æquale. Id tamen a me de aere assertum intellige ad eum usque compressionis gradum, ultra quam comprimi ulterius non possit. Pondus aeri, quantum fieri potest, jam compresso superadditum vim quidem prementem auget; ulterior tamen illa, in-

---

(a) *Nollet loco cit. pag. 205. Vide etiam inferius dicenda.*

insuperabilis forsan, resistentia non elaterii, sed soliditatis effectus existeret. Corollarii ita a me expositi veritatem experimentis confirmavit *Nollet* (*a*).

46. Aer igitur inferior majus habet elaterium, quam superior: est enim magis densus, & a superincumbente aere compressus. Aeris etiam inferioris elasticitas eam adæquat gravitatem, qua a superiori aere comprimitur; eosdemque proinde effectus producere poterit, ac comprimentis aeris pondus; sunt enim æquales prementis potentiæ efficacia, & compressi aeris resistentia, seu nisus, ut in pristinam extensionem restituatur.

Aer compressus eam quoque elasticorum corporum habet proprietatem, quod elaterium suum exerceant, cum libertatem nacta fuerint, versus eas partes, ex quibus comprimuntur: sed id tamen est aeri peculiare, quod, dum comprimitur, ab omni parte comprimitur; ac proinde versus quamcumque partem elaterium suum exercet, sursum, deorsum, ad dexteram, ad sinistram. Equidem si in vase quocumque aerem compresseris; eo postea versus quamcumque velis partem perforato, pari impetu aer erumpet.

PROPOSITIO VIII.

47. *Vis elastica aeris plurimum calore augetur*.

Pluribus, & obviis passim experimentis res plane constat. Ut plurima, quæ afferri possent, prætermittam unum a *Nollet* peractum tantummodo adducam. Massa aeris, quæ in inferiori thermometri parte ab hydrargiro 28. pollices alto, & a pari atmosphæræ pondere premitur, eaque sustinet duo pondera, hæc, inquam, aeris massa, si intra ebullientem aquam cum thermometro immergatur; ita rarescit, & dilatatur, ut præter duo dicta pondera, 18. adhuc hydrargiri digitos sustineat, & elevet: eo igitur calore accedente, pondus tertia parte majus, quam prius, sustentat elasticitate sua, est enim 18. pars tertia numeri 56. (*b*). Calore sæpe, seu potius igne ad

(a) *Nollet l. cit. exp.* 3. *Lect.* 10.
(b) *Nollet l. cit. Exp.* 9.

ad prodigium usque aliquorum corporum elaterium intenditur. Mirabilem hanc ignis elementaris proprietatem fuse in loco prosequimur.

SCHOLION.

48. *Aerem purum esse corpus grave, confecimus, atque a nemine jam in dubium vertitur. Quodnam tamen sit illius pondus, seu quænam inter illius, & aliorum corporum gravitatem ratio existat, non unus est Physicorum sensus, & opinio. Si* Galilæum *audias, pondus aeris eo in statu, quo eum respiramus, est ad aquæ pondus; ut* 1. *ad* 400. *juxta* Mersennum, *ut* 1. *ad* 1346. *uterque calculus nimium est a veritate alienus: Secundum* Rob. Boyle, *ut* 1. *ad* 940. *præter propter: Juxta* Homberg, *ut* 1. *ad* 1087. *Halley rationem* 1. *ad* 860. *probat: tresque pollices cubicos aeris cum dimidio pondus grani habere statuit* (a). Haukxbeè, 1. *ad* 885. Muschembroek 1. *ad* 621. VVolffius *pedem cubicum aeris unciæ, &* 27. *granorum pondus habere pronunciat. Mirum porro non est, in sententias adeo oppositas Physicos abiisse; quod multiplici de capite ortum est. Primo enim iis, qui omnium primi aeris pondus investigarunt, plurima defuerunt tum ad instrumentorum supellectilem, tum ad Physicas notiones spectantia, & necessaria. Generaliter vero instrumentorum, quæ ad id negotii accuratissime fieri debent, imperfectioni, & aeris vicissitudinibus, aliisque obstaculis, quæ in re delicatissima evenire plerumque solent, totum illud discrimen tribuendum est.*

49. *Pondus aeris ad aquam communiter statuitur, atque citra sensibilem errorem teneri potest, ut* 1 *ad* 900: *igitur* 900 *pedes cubici aeris, quem respiramus, idem habent pondus, ac pes cubicus aquæ, cujus gravitas* 70 *libras continet: sunt enim volumina in ratione ponderum inversa: unde tandem sequitur pedem aeris cubicum unciæ unius, & duorum scrupulorum pondus habere. Ex nota gravitate aeris secundum eam pressionem, & densitatem, qua circa telluris superficiem fungitur, facile elicitur ejusdemmet gravitas, dum*

(a) *Analise dell' aria Experim.* 79.

dum vel magis comprimitur, vel magis dilatatur: sunt enim pondera, ut densitates.

50. *Illud omnem fere imaginandi vim superat; quantæ scilicet compressionis, & dilatationis capax sit aer. Imprimis enim indubium est, aerem prope telluris superficiem existentem valde esse compressum: eum vero aerem ad spatium 400 vicibus majus occupandum sua sponte, & elaterio dilatari, experimentis* Mariotte *edocemur* (*a*). *Rem tamen ulterius promovit* Boyle: *experimentis siquidem accuratissimis, coram* Vallisio (*b*) *factis, aerem sua sponte nullo calore adhibito ad spatium 8000 vicibus majus occupandum sese extendisse comperit: aliis postea experimentis edoctus fuit ad spatium 10000, & tandem ad 13679 vicibus majus sese dilatasse. In delicatissimos hujusmodi calculos sensuum æstimationi ex parte innixos non levis fere semper irrepere solet error. Non pauca idcirco citra observatoris injuriam detrahere possumus, omnibus tamen detractionibus factis, prodigiosa adhuc aeris compressio, & raritas elicitur.* Mutchembroek *bullam aeris ex aquæ fundo in machinæ pneumaticæ recipiente paullatim emergentis, & sese dilatantis diametros scrupulose dimetiri conatus, dilatationem aeris infinite fere majorem calculo inito deducit* (*c*): *sed in re incertissima referenda amplius non immoror.*

51. *Circa hanc, & alias aeris proprietates hucusque assertas aliqua ulterius animadverti oportet, I. Mirabilis hæc aeris raritas, in quam sese genio suo expandit, cum ea densitate confertur, quam habet in superficie telluris. Ad densitatem tamen 38 vicibus majorem eum compressit* Hales: *si igitur superiores numeros raritatem aeris indicantes per 38 multiplices; inventus numerus erit terminus summæ raritatis cum summa densitate hucusque nota comparatæ. Raritas aeris ita compressi est ad aquam, ut 24 ad 1. circiter; cum in statu naturali sit 900 fere ad 1. Unde etiam patet, longe aliam esse aeris, atque aquæ naturam, partiumque texturam: neque enim aqua comprimi umquam po-*

(a) *De la nat. de l'air p. 173.*
(b) *Vallisius Hydrost. prop. 13.*
(c) *Comments in tentam. exper. Acad. del cimento.*

potuit : maxime vero aer. Si hic comprimi ulterius semper posset, atque columna aeris a telluris superficie versus centrum ad 18 usque leucas recta protenderetur; infimus hujusce columnæ aer gravitatem, atque densitatem hydrargiri æquaret, ut facili calculo deduxit Amontons (a). *Utraque tamen desideratur conditio.*

52. *Secundum : Aerem adhibito calore fieri magis elasticum supra probavimus : cum item aquæ ferventis calore affectum ita dilatari, ut spatium, in quod sola elasticitate sese diffundit, sit ad spatium, in quod & elaterio, & calore dilatatur, ut 2 ad 3 : si igitur caloris etiam actionem in suprapositum calculum admittamus ; erit spatium (terminus dilatati aeris), longe majus, quam antea ponebatur.*

53. *Calore equidem elasticitatem, & raritatem aeris augeri, plurimis aliis experimentis ostenditur : vesica scilicet corrugata, aere pene vacua, & ita occlusa, ut neque aeris egressum, neque ingressum permittat, si igne admoto nimium calescat, ita inflatur, ut nonnumquam cum strepitu disrumpatur : frigore autem calori succedente ad pristinum statum reducitur. Eidem causæ plurima naturæ phænomena, quæ postea explicabimus, referenda sunt. Id obiter notandum : aerem, si ad sese dilatandum libertatem habeat, plurimum calore rarefieri, & dilatari : si tamen sit undique compressus ; calore accedente, plurimum illius elasticitatem augeri.*

54. *Elasticitas igitur aeris duplici de capite, ex densitate scilicet, & calore potissimum crescit. Eaque propter quo rarior, atque frigidior fuerit aer, minores etiam vires habebit : si cætera omnia sint paria. Et hinc plures deduci, atque statui possunt regulæ, quibus aeris vires secundum proportionum leges definiantur. Exempla sint.*

1. *Si paria aeris volumina eumdem habent calorem; vires elasticæ sunt, ut densitates.*

2. *Si eamdem habent densitatem ; vires sunt in ratione caloris.*

3. *Si diversum habeant calorem, atque densitatem ; vires erunt in ratione composita densitatis, & caloris.*

4. *Si*

(a) *Mem. de l'Acad.* 1703. *p.* 101.

4. *Si caloris sint in ratione reciproca densitatum; vires erunt aequales.*

55 *Has quidem, & similes alias regulas ex proportionum doctrina in Geometriae elementis tradita nullo negotio demonstrabis: cujus rei exemplum in primo Physicae volumine de corporum viribus disputantes dedimus. Duo praeterea circa praesens argumentum animadverto. 1. Eas ego regulas cum experimentis conferri, & nonnisi post experimenta statui velim: quantum enim Geometricarum veritatum simplicitas a compositis Physicae argumentis vitiatur, omnes agnoscunt. 2. In iis regulis statuendis caetera omnia aliunde paria suppono. Aliqua enim praeterea esse, quae in aeris elasticitatem influere videantur, statim indicabo, suo tandem loco fusius explicaturus.*

56 *Si ex me quaeras, unde ista ignis sit in aeris elasticitatem actio? Respondeo, ex iis, quae in Pyrotechnia tradimus, satis liquet, quare ignis, & calor aerem, aut quodcumque aliud corpus elasticum ingrediens, illius raritatem, & elaterium augeat subtiles particulae intestino, & perturbato motu versus omnes partes vehementer agitatae, cum aeris poros ingrediuntur, parietes hinc inde separant, spiras evolvunt, explicant distendunt, eoque pacto totam aeris massam rarefaciunt. Unde fit, ut quo densior fuerit, & intensior calor, majus erit elaterium: majori enim vi, & efficacia confertiores aeris spirae explicantur, & distenduntur.*

57. *Alia etiam est, & insignis plane elasticitatis aeris proprietas postremis etiam hisce temporibus observando comperta: ejus scilicet compressi vires diuturnitate temporis non minui, aut debilitari. Insigne est in eam rem* Robervalli *tentamen, qui annorum 15 spatio aerem in fistula clausum, & compressum servavit: iis autem elapsis, eamdem in illo elasticitatem deprehendit (a). Pari etiam eventu rem tentarunt, licet per minus temporis spatium,* Mariotte, Boyle, Muschembroek, *& alii (b).*

58. *Ex allatis hisce experimentis compressi aeris vires*

(a) *Nollet. lec. cit. Exp. 1.*
(b) *Musch. Elem. Phys. n. 1106.*

res aut ex sese, aut ex pressionis diuturnitate, non debilitari conficiunt: illas tamen a nulla externa caussa infringi, non probant. Quin imo aliquas esse substantias, & subtilissimas corporum halitus, atque vapores, qui una cum aere permixti ejus elasticitatem ex parte destruant, ab experimentis apparet. Hujusmodi sunt sulphuris fumus, atque vapores, halitus ex fossilibus carbonibus accensis, humana respiratio. & transpiratio, diversorum animantium, metallicarum, atque fossilium substantiarum exhalationes, & halitus. Rei veritatem quamplurimis confirmavit experimentis Hales: unius, aut alterius summam accipe: Recipiens II (fig.8.) *machinæ pneumaticæ sit aere plenum, erectum supra aquam, cui os vasis aliquantulum sit immersum, ita ut externus aer ingredi, neque internus egredi posset: sebi, aut sulphuris candela intra recipiens posita accendatur, tamdiuque ardeat, donec extinguatur. Aer quidem sensim calescit; ejus tamen volumen minuitur, & aqua paullatim intra recipiens ascendit. Volumen aeris interni ad* 80 90 100 *pollices cubicos & amplius amittit, pro diversa vasorum magnitudine: neque aer postea frigescens, extinctis candelis in pristinum volumen restituitur; sed aqua in ea, ad quam ascenderat, altitudine sustentatur. A fumi, cæterorumque halituum particulis perinde forsan, atque ab aqua partes aeris absorptæ explicantur, & spirarum formam amittunt* (a) *. Aer idcirco ejusmodi corporum halitibus infectus humanæ respirationi, & vitæ fit paullatim ineptus, atque noxius: unde sæpe est respirandi difficultas, non raro etiam suffocatio, & violenta mors consequitur. Sed de his fusius disputabimus, cum de humana respiratione, ejusque caussa, effectu, necessitate agemus.*

COROLLARIUM.

59. Ex demonstratis hucusque aeris elementaris proprietatibus aliquam jam illius definitionem nobis cudere possumus. Est igitur *aer* corpus maxime fluidum, pellucidum, elasticum, mirabilis plane compressionis

---

(a) *Hales Analise dell' aria. Exp.* 106. *&c.*

nis, & dilatationis capax, cujus partes sunt subtilissimæ, sese mutuo premunt, & in terram ponderant. Hæc omnia de hoc elemento demonstravimus, alia etiam demonstraturi. Quænam illius partium figura sit, definire non possumus. Plura etiam nos latent circa naturalem hujus substantiæ indolem, partes, naturam. Hæc dum mente volvo, notosque aeris effectus perpendo, quin naturam caussæ penitius videam; rudem quamdam mihi ipsi effingo hujus elementi ideam, seu hypothesim.

60 Aerem ego mente concipio, ut massam quamdam fluidam, cujus partes sunt tenues, & ultra omnem imaginationis vim subtiles, ramosæ, filamenta contorta, aut in spirarum, & cochleatum modum convolutæ, multipliciter inter se plicatæ: sensibilem autem particularum congeriem, aut massam, ceu laneum vellus apprime carminatum, quod manu compressum contrahitur, sibi relictum versus omnes partes dilatatur: hujusmodi flocci sibi impositi, & appositi sese comprimunt; unde inferiores superioribus sunt densiores, cum superiorum pondere premantur; per eorum interim poros innumeræ aliæ terrestrium corporum particulæ, vapores, corpuscula sursum deorsum, versus omnes partes transvolitant: modoque aereos floccos dilatant, modo contrahunt: humectant aliquando; quandoque exsiccant: alias hic, diversas alibi qualitates pro locorum, temporum, & corporum etiam statuum varietate impertiunt. Hujusmodi hypothesim pro aris, & focis ne defendas: ea enim in millibus fortasse a veritate aberrat; in aliquibus tamen aeris naturam videtur referre: neque alia occurrit, quæ phœnomena non infelicius explicet.

L E C T I O II.

Naturalia quamplurima, amœna, & utilia phœnomena, quæ ab aeris gravitate, compressione, elaterio seorsim, aut ab omnibus simul sumptis pendent, proponuntur, explicantur, & ex eorum causis deducuntur.

61. Quot in natura sint, & passim producantur effectus ab expositis hactenus aeris proprietatibus, & phy-

physicis viribus, mirari satis non potest, qui rem penitus contempletur. Viventia omnia, & vegetantia in terra perirent, natura ipsa in nostro hoc globo stare non posset; si prædictæ aeris proprietates tollerentur. Luculenter hæc constabunt ex rebus per totam hanc physicam dicendis. In supradictarum rerum confirmationem, atque ulteriorem explicationem phænomena aliqua in rei totius specimen proponamus.

PHOENOMENON I.

Suspensio fluidorum in tubis.

62. *Si experimentum Torricellianum modo superius explicato instituamus; inverso tubo, & ab ejus extremo inferiori, in stagnans hydrargirum* BD (fig. 2.) *immisso, subductaque manu, descendit liquor ad* 28 (seu 30) *pollicum altitudinem, in qua post aliquot descensionum, & ascensionum oscillationes subsidet. Hydrargirum totum tubum* MB *adimplens, descendere nequit, quin & stagnantem liquorem* B *in vase, & incumbentem liquori columnam aeris elevet: cum igitur hæc columna hydrargirum ad altitudinem tantum* BA, 28 *pollicum sustineat; liquor ex majori altitudine* M *gravitate sua nullo obstaculo impedita deorsum labitur, motum suum labendo accelerat, viribusque acceleratione auctis, altitudinem* A, *suspensionis terminum, transgreditur, stagnantem liquorem, & incumbentem aerem plus justo aliquantulum elevat: aer, & stagnans hydrargirum vicissim relabendo liquorem in tubo contentum aliquantulum etiam supra* A *attollunt: quoad, libratis viribus, & oscillationibus cessantibus, ad dictam altitudinem subsistit liquor. Columna hydrargiri* 28 *digitos, seu duos pedes cum dimidio alta, cum aeris columna, cujus altitudo atmosphæræ supremum attingit, æquilibrium servat.*

63. *Cum autem hydrargirum unum pedem altum, aquam ad* 14 *pedum altitudinem circiter elevet, & sustineat; si fuerit* 28 *pollices altum, aquam ad* 32 *pedes cum dimidio elevat, & sustentat secundum Hydrostaticæ leges: unde fit, aquam in tubo ad* $32 \frac{1}{2}$ *pedum altitudinem ab externi aeris pondere sustentandam fore, si in aqua instituatur experimentum, ut periculu-*

riculo facto probavit Rob. Boyle (*a*). *Hujusmodi autem experimentum repeti facile non potest; cum tubi adeo longi parari facile nequeant: quod in causa est, ut fere semper adhibeatur hydrargirum.*

PHOENOMENON II.

64. *Hydrargirum in tubis Torricellianis, experimento in vallibus, & ad montium radices facto, ad majorem altitudinem subsistit, quam si supra montium fastigia instituatur: quin imo a radice ad montis usque summitatem altitudo hydrargiri semper minuitur: quia scilicet quo editior fuerit locus, eo minor erit atmosphæræ altitudo, ac proinde pondus: liquorem idcirco ad minorem altitudinem elevabit. Hujusmodi phœnomenon primus observavit* Perrier *in montibus Alverniæ in Gallia, quem postea alii sunt subsecuti, & rem adeo accurate observarunt, ut in calculum etiam, & tabulas redigerent, quantum in tubo descenderet ad datam supra horizontem elevationem hydargirum: hodieque hujusce instrumentum adhibetur ad montium altitudines inter se, & cum maris superficie referendum, & dignoscendum.*

65. *In relato experimento in Alvernia prope* Claramontium *facto hydrargirum ad montis radicem ad 26 digitos, tres lineas cum dimidia substitit: in montis declivitate, loco 150 hexapedas magis elevato, ad 25 digitos descendit: in montis summitate, 500 hexapedas altiori, ad 23 digitorum altitudinem descendit* (*b*): *Columna aeris 69 pedes alta a superficie maris hydrargiri lineam sustinet* (*c*).

Pars illa superior A M (fig. 2.) *tubi Torricelliani, e qua hydrargirum descendit, aere quidem crasso, & denso est vacua: in eam tamen emergunt, & ascendunt aliquæ aeris particulæ in hydrargiro latentes, quæ antea ab incumbentis aeris pondere nimium compressæ intra hydrargiri poros detinebantur: modo ab aeris pressione liberæ sese dilatant, & ob relativam levi-*

(a) *Opere supra citat.*
(b) *Mariotte de la nat. de l' air. p.* 196.
(c) *Hist. de l' Acad.* 1712. *p.* 4.

vitatem ad superficiem emergunt, & per vacuum diffunduntur. Eam quoque tubi partem aura aetherea, & lucis materia, quibus vitri, & caeterorum corporum pori non sunt impervii, replent, cum objecta interius posita videamus, & ignei etiam radii per eam actionem suam transmittant, & exerceant: lucis autem, & ignis materia sunt proculdubio corpus.

PHOENOMENON III.

Iidem affectus a tantillo aere.

66. Non solum in aperto aere, ubi tota atmosphaera libera est, sed etiam intra cubiculum, ubi aer's columnae sunt brevissimae, sustinetur in tubo hydrargirum perinde ac in aperto campo. Duplex distingui potest casus: vel aer internus cum externo communicatur, per januas scilicet, tabularum commissuras, & rimas, quod sufficit: vel est prorsus separatus: in priori casu sustinetur liquor ob explicatam jam caussam: Si descenderet; stagnans hydrargirum, & incumbentem aerem elevaret, e cubiculo excluderet, externumque aerem ad summitatem usque atmosphaerae attolleret. Uno verbo, in fluidis communicantibus ut jam supra diximus, eadem in fundo est pressio, quantumlibet altitudo in singulis vasis sit inaequalis: hydrargirum igitur stagnans eodem modo intra cubiculum, ac in aperto campo ab aere premitur; eumque proinde elevare nequit contentus in tubo liquor: qui necessario suspensus haerebit.

67. In secundo casu descendere nequit ex tubo liquor, quin aer intra cubiculum contentus, plusquam antea comprimatur, & in minorem molem, & spatium redigatur, ut ex se patet: at ab hydrargiro 28. digitos alto comprimi ulterius nequit aer: eamdem enim habet pressionem, seu densitatem, ac externus, cum quo antea communicabat: est igitur ita compressus, & in eum statum redactus, in quem atmosphaerae pondus eum potest reducere, & comprimere: hydrargirum autem, 28 pollices altum, idem habet pondus, & eodem modo premit, atque integra atmosphaerae columna: Ab eo igitur comprimi ulterius nequit: sed utrinque aequilibrium servatur inter hydrargiri gravitatem, & aeris resistentiam, seu elaterium; quae semper sunt aequales.

Aeris igitur intra cubiculum existentis elaterio, viribus prementibus æquali, referenda est liquoris suspensio.

PHOENOMENON IV.

68. *Manus stagnanti hydrargiro, atque vasi* BD *supposita totum pondus vasis, liquoris stagnantis* B, *& tubi* BC *sustinet: præterea autem non suspensi hydrargiri* BA *gravitatem, sed æquale pondus sustentat, aeream scilicet columnam* E, *superiori tubi clausi extremo* M *insistentem, innixam, & deorsum prementem sublato enim hydrargiro, & tubo* BM (fig. 2.) *duæ columnæ* E, FG *sese mutuo sustentarent, & essent in æquilibrio: tubo* BM, *& hydrargiro* BA *in columnæ* E *locum inductis, aerea columna* FG, *quæ prius columnam* E *sustinebat, modo hydrargirum sustentat: supposita autem manus in* D *columnæ* E *pressionem hydrargiri pressioni æqualem, sustinet.*

PHOENOMENON V.

69. *Si tubus Torricellianus sit ex superiori parte non hermetice quidem clausus, sed vesica obductus, & circumligatus; facto experimento, vesica intra tubum incurvatur, & magno cum strepitu disrumpitur: columnæ enim prementis* E *pondere intra tubum vacuum, in quo nulla est resistentia, protruditur, distenditur, & incurvatur. Quod si facto experimento, Vesicam acu perforaveris, & acum subduxeris; aer illico magno impetu per exiguum foramen ingreditur intra tubum magno etiam sibilo edito; hydrargirumque in subjectum vas totum descendit. Primo enim columna atmosphæræ vesicæ incumbens, eamque vehementer præmens aeris particulas vesicæ proximas per apertum foramen magno impetu protudit; unde aer magna celeritate descendit; hinc sibilus enascitur. Tubo autem semel aere pleno, integra atmosphæræ columna hydrargirum in tubo contentum premit, & exterioris aeris nisum, cujus beneficio hydrargirum sustinebatur, vincit, ac proinde liquor proprio pondere labitur.*

PHOENOMENON VI.

70. *Incluso intra machinæ pneumaticæ recipiens* II (fig.

(fig. 8.) *tubo torricelliano* B, *in quo hydrargirum ad* 28 *pollicum altitudinem hæreat suspensum , aereque sensim extracto; ad singulas eductiones aliquantum semper magis , & magis descendit liquor : quod aere penitus , quantum humana industria potest , extracto , ad horizontalem stagnantis hydrargiri superficiem descendit : neque supra illam , nisi tantillum , lineam scilicet , aut lineæ dimidium elevatur . Aere postea sensim introducto , sensim etiam , & paulatim ascendit hydrargirum : quoad in pristina altitudine subsistat. Phœnomeni ratio patet ex dictis : extracto , aut introducto paulatim aere , extrahitur , aut introducitur sensim suspensionis causa : sensim igitur ad singulas eductiones, aut introductiones descendit , aut elevatur hydrargirum . Tantillum fere semper manet elevatum : quia aliquid aeris in recipiente manet semper : neque ulla arte extrahi potest .*

71. *Mirabile prorsus phœnomenon, & præter omnium expectationem semel observavit* Boyle, *hydrargirum in tubo Torricelliano intra recipiens , extracto aere , ad* 75 *digitorum altitudinem hæsisse suspensum , cum in aperto aere , vel intra recipiens non vacuum , facto experimento , ad* 28 *solum digitos ascendat, & suspendatur . Id imprimis circa hujusmodi phœnomenum notari debet, tubum exacte omnino usque ad summitatem fuisse hydrargiro plenum : neque ulla arte consequi umquam potuit , ut ad majorem , quam* 28 *digitorum altitudinem , hæreret liquor , si vel minima aeris bulla in tubi summitate superesset . Ejusmodi effectus , cum in crassioris aeris pondus referri nequeat , in subtilioris aeris pressionem, in peculiarem hydrargiri illius statum, ad tubi parietes adhæsionem , & alias , quas ignoramus , causas refundi debet .*

PHOENOMENON VII.

72. *Si tubus Torricellianus sit ex superiori parte apertus , manumque super imponas , & leviter tubi labia attingas , dum inferius aer extrahitur ; manus adeo tenaciter tubo postea adhærebit , eamque pressionem, & pondus senties , ut nulla arte manum extrahere possis : quin imo pars inferior manus intra tubum cedens, turgescit , & deorsum non citra doloris sensum dilatatur . Quod si superiora tubi labia a manu pressa non*

sint satis obtusa, sed in aciem desinant; adeo contra illa manus comprimitur, ut per carnem ipsam tubi labia introducantur. Aere postmodum intromisso, manum facillime subduces. Cum enim nullus aer deorsum manum sustineat, aut cum super incumbente æquilibrium servet; manus integrum columnæ atmosphæræ pondus sustinet, eoque violentissime versus tubum, ejusque labia constringitur, ut avelli inde non possit. Spiritus deinde animales, sanguis, & latens intra carnem, & sanguinem aer, cum primum ab externa aeris pressione liberentur, elastica vi sese dilatant, cutem extendunt, & carnem intra tubi cavitatem protrudunt.

73. *Eadem de causa, dum cucurbitæ* BD, *accensa interius stuppa, incalescentis labia humanæ carni rite adaptantur, ut nullus exterior aer ingredi possit, stuppa consumpta, igne extincto, & aere frigescente, caro* D (fig. 4.) *cucurbitæ ori respondens, atque subjecta inflatur, & intra cucurbitam turgescit chirurgicis operationibus locum datura: flamma enim rarefactus aer e cucurbita majorem partem exiit: mox succedente frigore condensatur, & ad tantillum in cucurbita spatium occupandum reducitur; cum igitur pene nulla in cucurbita sit resistentia; particulæ aeris intra carnem, & sanguinem cucurbitæ ori respondentem latentes, ab externa pressione liberæ elastica vi sese dilatant, & carnem intra cucurbitam protrudunt.*

Simili fere modo vasa vitrea in oblongum, & exilissimum collum desinentia, per quod scilicet aqua, aut liquores cæteri facile ingredi nequeant, iisdemmet liquoribus implentur; igni enim admota vehementer incalescunt, aerque rarefactus per canaliculum erumpit; postmodum in aquam collum immergitur: frigescente autem vitro, inclusus intra vitrum aer contrahitur, & aquæ ingressui amplius non resistit: aqua igitur externa ab exterioris aeris pondere compressa per angustissimum collum ad vas *implendum ascendit.*

74. *Eadem de causa fit, quod si tubus Torricellianus superius in superficiem planam desinat; aere extracto disrumpatur. Cum enim vitrum citra fractionem incurvari nequeat: ob vehementem aeris pressionem in frusta dissilit. Quid ni, inquis, disrumpetur etiam recipiens in sphæricam figuram exterius convexam tornatum? Respondeo. Id ex convexitate provenire: cum enim partes sint in modum fornicis dispositæ; si exte-*

rius

rius introrsum premantur, magis ad se se invicem accedunt, & a ruptione liberantur: contra si vitrum sit exterius concavum; experimento scilicet facto in frusta dissilit, ob peculiarem pressionis modum: tunc enim vitri partes a superficie concava ad convexam impulsæ, mutuo a se invicem, si pressioni cedant, separantur.

PHOENOMENON VIII.

75. Facto experimento, si tubum BC (fig. 2.) hydrargiro ad 28 digitos plenum manu sensim eleves; sustinetur quidem hydrargirum, quoad inferiora tubi labia stagnantis superficiem attingant: tubo autem tantillum supra hydrargirum penitus emerso, cum primum vel gutta e tubo cadat, tota illico suspensi liquoris massa sursum contra tubi summitatem adeo violenter projicitur, ut tubus nonnumquam in frusta dissiliat: aereque interim in tubum ascendente, totus effluit liquor. Dum totum in tubo suspensum hæret hydrargirum, inter ipsum, & externum aerem servatur æquilibrium; cum primum aliquid effluat; præponderans aer reliquam hydrargiri massam sursum violenter projicit; ad eum modum, quo si ex una parte libratæ lancis aliquid ponderis educas; aliud pondus ex alia parte appensum, & præponderans deorsum ruens, oppositam lancem, & quod in ea superest pondus, sursum violenter protrudit.

PHOENOMENON IX.

76. Vesicula exactissime clausa, corrugata, & aere fere vacua intra recipiens posita, aere extracto turgescit, & aliquando dirumpitur: poma corrugata iterum levigantur, & veluti reviviscunt; vitreæ bullæ aere plenæ in frusta dissiliunt: ova item intra parvum vas vitreum v. g. inclusa, & inferius acu subtiliter perforata, se per exilissimum foramen acus exonerant, aere iterum intromisso, iterum etiam per idemmet foramen eademmet materia replentur: Quæ omnia aeris elaterio referenda sunt: aereæ enim particulæ intra prædicta vasa aut corpora comprehensæ, cum primum ab externi aeris pressione liberantur; elasticitatis viribus dilatantur, & vasa distringunt. In superiore etiam

ovi parte bulla aeris ovi albumine levior supernatans; dum sese dilatat, albumen, & reliquam ovi materiam per exiguum foramen expellit; at aere iterum in recipiens ingresso, aeris particulæ intra ovum, vesiculas, bullas, poma latentes iterum comprimuntur, & in pristinam parvitatem reducuntur: unde iterum flaccescunt poma, corrugantur vesiculæ, implentur ova &c.

PHOENOMENON X.

77. *Quod si intra recipiens sit tubus Torricellianus* B (fig. 8), *in quo hydrargirum ad consuetam altitudinem* C B *sustineatur, atque ope anthliæ pneumaticæ violenter comprimatur internus aer; hydrargirum pro majori & majori aeris compressione, magis & magis ultra* 28 *pollices elevatur: aucta enim aeris densitate, illius etiam elaterium augetur, pro ratione compressionis, & densitatis; Hydrargirum igitur altius elevabit. Idem in elevatione observabitur effectus, & variatio, si aer intra recipiens nimium incalescat: calore enim non parum aeris elasticitas augetur.*

PHOENOMENON XI.

78. *In aeris etiam gravitatem, & elaterium referendum est celeberrimum phænomenon, quod* Magdeburgicum *appellatur. Sint duo hemisphæria* A B (fig. 5.) *æqualia, concava, & ita parata, ut sibi invicem secundum maximorum circulorum* E F *circumferentias adeo congruant, & cohæreant, ut nullum aeri ingressum permittant. Ad id rei madida corii circumferentia adhibetur, & inter maximos circulos interponitur. In hemisphæriorum etiam altero foramen fit valvula externa ita instructum, ut aeri quidem egressum, non tamen ingressum permittat. Ab hujusmodi hemisphæriis sibi ita commissis ope anthliæ aer extrahitur. Postea vero, quacumque directione, recta, obliqua, parallela ad horizontem, unum ab alio sejungere conemur; non nisi magnis viribus adhibitis, vel ponderibus adjunctis separari a se invicem possunt. Hemisphæria, quorum diameter erat 6 digitos longa, adhibuit Nollet* (a) *: neque*

(a) *Loco cit. Exp.* 4. & 5.

que tamen 60 librarum pondere appenso separari potuere.

79. Quamprimum autem per foramen intra hemisphæria aer ingreditur; nullo negotio, immo sua velut sponte separantur. In recipiens intromissa, extracto aere, per se se dilabuntur, & separantur: aere iterum intromisso, eadem tenacitate sibi adhærent, idemque requiritur pondus, ut a se invicem separentur, quod in libero aere opus erat. Quod si magna hemisphæria adhibeantur; fit aliquando, ut neque quaternis equorum bijugis in singulas, & oppositas partes trahentibus separari valeant. Columna scilicet aeris, cujus altitudo ad summitatem atmosphæræ pertingit, latitudo eadem, ac maximus hemisphæriorum circulus, toto pondere hemisphæria in se invicem agit, & committit; integrum igitur hujusce columnæ pondus superare oportet, ut hemisphæria separentur; majoribus igitur viribus ad majora hemisphæria separanda opus est.

80. Intra recipiens aere plenum idem est effectus; quia inclusi aeris elaterium idem plane efficit, ac atmosphæræ pondus; cum easdem habeat vires. Equidem tot equorum juga ad hemisphæria in diversas partes trahenda opus esse non mirabitur, qui animadvertat pondus columnæ aeris unius pedis quadrati esse libras (16 unciarum) 2240: id enim est pondus columnæ aquæ 32 pedes altæ, cujus basis sit pes quadratus: pes scilicet cubicus aquæ dulcis 70 libras, 16 unciarum, ponderat. Ad hemisphæria idcirco separandum, quorum circuli maximi pedem quadratum æquarent, tot equos ex singulis partibus adhibere opus esset, quot ad 2240 libras superandum necessarii existunt. Sturmius ea adhibuit hemisphæria, ad quæ separanda viribus opus erat, quæ 16574 libras superarent.

81. Hominis superficies 13 aut 14 pedes quadratos continet: summa idcirco pressionis aeris in hominem est dictarum librarum triginta circiter millia. Quodsi in mare immergatur; ad singulos 32 pedes descendendo confectos æquale semper additur pondus. Quanam de caussa hujusmodi pressionem non sentiamus, habes in Hydrostatica physica expositum.

PHOENOMENON XII.

82. *Duæ etiam tabulæ marmoreæ rite complanatæ, & sibi cohærentes, & impositæ* ADCE (fig. 6.) *separari, nisi difficillime nequeunt, si superiorem v. g. ab inferiori ita distrahere conemur, ut parallelæ semper maneant, illaque per lineam inferiori rectam attollatur: quod si ad latus alia ab altera subducatur; trahentis manum facillime sequitur: in priori enim casu aeris columnam ejusdem, ac tabula, amplitudinis superare necesse est, perinde ac de hemisphæriis Magdeburgicis rem eandem explicavimus: in secundo casu laterales columnæ, inter quas est perfectum æquilibrium, sese mutuo sustentant; neque mutua earum actio tractione suspenditur; tabulam* AC *versus* F *manu impellente, lateralis aer* G *pone sequitur, anteriorem columnam semper sustinens; neque manus aliud præter marmor trahit. Intra recipiens idem plane observatur, dum non extrabitur aer; eo tamen extracto, per se ipsas tabulæ quacumque directione separantur: cum nullus illic supersit aer, eam separationem impediens. Nos omnes usu, & experientia edocti, ut duo corpora satis apte secundum planas superficies sese tangentia separemus, vel unum supra aliud trahimus, & subducimus; vel unius extremum aliquantulum elevamus, ut inferius ingrediens aer superioris columnæ pressionem, & pondus superet, seu adæquet.*

PHOENOMENON XIII.

83. *Anthliæ* TV (fig.7.) *extremo* O *in aquam immisso, & embolo* R *sursum adducto, sequitur aqua per anthliæ cavum ascendens. Eadem arte si fistulæ utrinque apertæ extremum unum ori, aquæ alterum immittas, & pectore interim dilatato aerem e fistula extrahas; e fonte in os ascendet aqua. Extracto enim ex anthlia, & fistula interno aere, nihil est, cur aqua stagnans ab atmosphæræ pondere compressa, per apertum canalem, ubi nulla est resistentia, violenter protrusa non ascendat. Eidem principio innititur multiplex anthliarum genus, quibus e puteis, lacubus, fluviis, fontibus aquam sursum ad hortos, campos, & id genus alia irrigandum extrahimus, magno totius reipublicæ,*

&

& humani generis beneficio . Id unum caveri debet , ne scilicet antbliæ tubus plusquam 32 *pedes altitudinem contineat : ad eam enim altitudinem aqua a premente aere impulsa ascendit ; ibique sistit . Si igitur aqua sit ad majorem altitudinem elevanda ; antblias prementes adhibere opus est : ita nuncupantur illæ , quibus aqua non ab aeris , sed ab alterius potentiæ pressione elevatur . Aquæ per antblias ascensum in vacui* HORROREM *nescio quem veteres Peripatetici referebant . Eorum sententia vacuum tota natura abhorrebat , & impedire semper conabatur , ut læthale Mundo vulnus , quo inflicto tota Mundi machina dissolveretur , & in pristinum chaos iterum rueret. Eliminata jam est è scholis hujusmodi cantilena & vetularum nænia : pudetque cordatos Philosophos hujusmodi nugas , & fabulam in scholas aliquando irrepsisse . Cur enim hydrargirum ad* 28 *pollices ascendit immensis totius universi , & naturæ viribus impulsum ; deinceps autem ne lineam quidem altius ascendit , quantumvis per tubum extrahatur embolus ? Ad* 28 *scilicet pollices ascendit : cur non ad* 30 , 40 , 50 , 60 , *dum ad eam altitudinem embolus , & aer e tubo educitur ? Debile enim vero est ad vacuum evitandum in natura præsidium .*

PHOENOMENON XIV.

84. *Cum è recipiente bene clauso* IDI (fig. 8.) *aerem per antbliam* E F *modo superius exposito extrabimus; ad primum aeris suctum facillime embolum* A *subducimus : qui sponte quasi manum sequitur ; ab aeris enim in recipiente existentis , compressi , & sese dilatare nitentis elaterio per antbliam impellitur embolus , eoque elaterio totam aeris pressionem æquiparante , trabentis manus juvatur potentia. Ad ulteriores aeris suctus difficilius semper magis , & magis embolus educitur , quo plus aeris extrabitur : quia magis semper rarescit in recipiente : quo rarior ; est minus elasticus , & debilius embolum pone impellit : dum interim externi aeris compressi , & elastici embolum sursum elevare conantis eadem est pressio , & efficacia ; minus igitur juvatur manus , majoremque difficultatem experitur . Ex adverso (ob easdem causas) embolus ad antbliæ infimum deductus , & sibi relictus , post duos , tresve suctus sponte ad summitatem antbliæ ascendit ; eoque celerius ascen-*

ascendit, quo rarior sit aer intra recipiens: quia aere magis rarescente, minor est illius resistentia, & elaterium: embolus igitur ab externo aere nimis compresso & elastico sursum impellitur, & adducitur, licet a manu non trahatur.

PHOENOMENON XV.

85. *Si intra recipiens vas aliquod* C (fig. 8.) *cerevisia plenum statuas, & aerem aliquantulum extrahas; innumeræ aeris bullæ e cerevisia erumpunt, & eo magis ampliantur, quo propius ad superficiem emergunt: aere ulterius extracto, ingens super cerevisiam efformatur spuma. Innumeræ enim aeris particulæ intra cerevisiam latitantes & compressæ, dum ab aeris externi pressione liberantur, sese dilatant, sursumque ascendunt: ascendendo magis ampliantur, quia magis a cerevisiæ partium liberantur pressione. Aere ulterius extracto, & rarescente, minus premuntur; majori numero erumpunt, & amplius dilatantur ejusmodi bullæ, tenui & viscosa fluidi superficie circumseptæ, & è cerevisia erumpentes, aliæ supra alias imponuntur, eoque pacto spumam conflant.*

86. *Quod si loco cerevisiæ aquam tepidam intra recipiens statuas, aeremque extrahas; aquam illico magno impetu fervere deprehenditur, perinde ac si supra vehementissimum ignem imponeretur; magno enim ferveris æstu sese per vacuum recipiens sursum, & in latera, projicit. Quod eidem causæ modo explicatæ referendum est. Innumeræ aeris bullæ ab externa pressione liberatæ per tepidam aquam, cujus particulæ intestino cientur motu, facilius erumpendi libertatem nactæ, earumque interim elasticitate ob adjunctum aquæ calorem aucta, velociter in aquæ superficiem tumultuose erumpunt, aquam secum adducunt, ante se impellunt, & magno ferveris æstu hac illac projiciunt. Si curiose quæras, cur in aqua frigida ejusmodi phænomenum haud observemus? Quia, respondeo, aeris bullæ intra aquam frigidam latentes sunt minus elasticæ, magisque compressæ, & aqua ipsa minus divisa, & agitata bullarum emersioni difficilius cedit.*

PHOE-

PHOENOMENON XVI.

87. *Omittendum non est, celeberrimum instrumentum, Pneumaticum scilicet sclopetum, nostra ætate excogitatum, & constructum, cujus mirabiles effectus, compressionem, & elaterium aeris causas habent; aeris enim compressi, & elastici beneficio obtinetur, ut plures successive plumbeæ glandes sine ullo strepitu intra paucissima temporis minuta ordinatim in scopum eadem vi emittantur, qua a nitrato pulvere accenso disploderentur. Glandes plumbeæ ab hujusmodi sclopeto ordine displosæ ad octavam usque ea emittuntur vi, ut tabulam ligneam* 6 *lineas profundam in distantia* 25 *passuum perforent. Hæc vero fiunt, quin ad singulas displosiones novo aere instruatur sclopetum.*

Hujusmodi instrumenta diverso modo construuntur: sequenti forma constructum offendes apud Muschembroek (*a*)*: embolo* M M (fig. 9.) *per tubum metallicum* N M, *& valvulam* P, *quæ introrsum recluditur, & versus embolum occluditur, aer in tubum* X D *utrinque clausum, & tubo altero capaciori* E A C *comprehensum immittitur: ibique pro libito comprimitur. Aeri ita compresso in sclopeti tubum* C A *ope stili chalibei* D, *& valvulæ ad id rei elaboratæ permittitur irruptio: aer igitur per eam valvulam intra cavitatem* K A *violentissime irruens, glandem* K *in via offendens, eam per* K A *in scopum protrudit. Ut autem glandes facilius intra tubi cavum citra temporis jacturam inducantur, atque dispenantur; tubus* X C *sclopeto additur, cujus cavo ex parte* C *valvula respondet, quæ versus sclopeti cavum recluditur: in adjuncto tubo* X C *glandes plumbeæ constituuntur, nullo negotio in* K *introducendæ.*

PHOENOMENON XVII.

88. *Aves, & animalia terrestria intra recipiens inclusa, aere extracto, respirationis defectu moriuntur: aves quidem ad primos aeris suctus dilabuntur, convulsioni-*

(a) *Elem. Phys. loc. cit.*

fionibus agitantur, excrementa per utramque viam nonnunquam expellunt, & nisi aer intra pauca minuta secunda intromittatur, moriuntur: aere autem brevissime restituto, pristinum vigorem recuperant. Muscæ, quæ recipiente haud evacuato, liberrime per vitri lævigatissimi parietes ascendunt, & hinc inde prorepunt, aere extracto dilabuntur, neque in vitri parietibus sustineri possunt. Pisces in vasibus aqua plenis intra recipiens non evacuatum inclusi liberrime natant, & vivunt: ad singulas aeris eductiones plures, & plures aeris bullæ ex piscium corpore, branchiis vero potissimum, atque ore erumpunt: pisces ipsi ad aquæ superficiem emergunt, neque demergi ulterius possunt; aliquot deinde horis elapsis moriuntur. Quod si aer denuo intromittatur, ante vel postquam pisces moriantur, ad fundum labuntur, neque emergere ulterius possunt.

90. *Affine etiam dictis est aliud, & notum satis phænomenum: homines, qui in altissimorum montium cacumen ascenderunt, diu illic subsistere non poterant ob aeris ad respirationem apti defectum; qua de causa ad radicem iterum descendere, ut libere viverent & respirarent, coacti erant* (a). *Horum effectuum satis ex supra dictis, & ex dicendis infra, cum de respiratione sermo erit, luculentissime patet: & constat causa.*

Animalia omnia, quæcumque sint, volatilia, terrestria, aquatica, quantum humana industria assequi potest, respirant: & aere crasso ad id muneris opus habent: aere igitur extracto, vivere, ut antea, non possunt.

91. *Deinde innumeræ aeris particulæ intra animantium fibras, sanguinem, carnem, ossa, minima vascula, & receptacula sunt dispersæ, ut statim dicemus; eæ igitur ab externi aeris pressione liberatæ, elasticitate extenduntur, proprias fibras rumpunt: aer, qui intra stomachum, ilia, & cætera intestina vasa reperitur, distenditur, cibos, chylum, excrementa ante se per os & destinatam excrementis viam ejicit: hinc nauseæ, vomitus, ventris exoneratio, convulsiones, & tandem mors oriuntur.*

92. In-

(a) *De Chales stat. lib. 1.*

92. *Intra aquam plurimum aeris contineri, probavimus supra; intra piscium etiam corpora reperiri, esseque ad eorum respirationem necessarium, allatum experimentum demonstrat: cum ex piscis corpore aer erumpat; eoque extracto, piscis supernatet & hianti ore aerem expiscari conetur. Aer in piscium folliculis contentus, & a pressione liber, folliculos, & animantis corpus nimium dilatat, efficitque levius, quam aqua; emergere igitur necesse est; neque ad fundum iterum descendere poterit, quoad exterior aer iterum admittatur, cujus pressione parum aeris, quod superest intra folliculos, & reliquum corpus iterum comprimatur, piscisque in minus, quam antea, volumen redactus, fiat gravior, quam aqua, atque ad fundum, non emersurus, delabatur.*

93. *Muscæ, & id genus alia è recipientis parietibus cadunt, quia ab aere non sustinentur. Postremi tandem Phænomeni pars duplici de capite oritur: primo cum supra altissimos montes rarissimus, & levissimus fit aer; corpus humanum, illius animales spiritus, & aereæ particulæ intra sanguinem, arterias, nervos, fibras contentæ dilatantur, erumpunt, avolant, dissipantur: sensimque vigor corporis, & vires cadunt: unde ad inferiora statim descendere opus est. Secundo, cum inspiratio ex eo fiat, quia aer externus nimium compressus, proprio pondere per apertum os in thoracem, & pulmones descendat: ea, inquam, aeris compressione, & pondere deficiente, inspirationem etiam deficere opus est.*

94. *Qui ad ignem assident hiberni frigoris arcendi causa, ventum a tergo frigidum & aerem versus ignem recurrentem experiuntur. Aer siquidem prope flammam, aut carbones accensos vehementi calore nimium dilatatur, atque rarescit, & per superius camini spiramen erumpit: aer igitur lateralis ab igne magis remotus, frigore concretus, compressus, densus, elasticus versus ignem, ubi rarior aer minus resistit, recurrit, & ventum efficit.*

PROPOSITIO IX.

95. *Omnia corpora, in quibus hactenus experimenta capere potuimus, aere intra eorum poros consistente plurimum scatent.*

Sen-

Sensus propositionis est, innumeræ aeris particulæ a se invicem divisæ intra mixtorum omnium corporum massam latent: partim quidem cum ipsorum corporum partibus irretitæ, partim etiam intra eorum poros solutæ. Rem probant numerosa illa experimenta, quæ in omnium generum corporibus instituere *Mariotte* (a), *Boyle* (b), omnium tamen accuratissime *Stephanus Hales* (c). Id primo de fluidis facile constat: quæcumque enim fluida intra recipiens ponantur, si aer extrahatur, innumeræ illico aeris bullæ erumpere videntur. Multipliciter vero ex corporibus solidis, & fluidis elici potest aer: primo, si corpora ipsa per aliquod tempus intra vacuum asserventur: Secundo, si admoto igne vehementer incalescant, aut inflammentur: Tertio, dum a statu liquiditatis in firmorum corporum speciem concrescunt: Quarto, si in minimas, & insensibiles partes dividantur; quod fermentatione, distillatione, dissolutione, aut putredine peragitur.

96. Posterior hicce modus est omnium, qui ad id negotii adhibentur, efficacissimus, eo scilicet corpora in minutissimas partes dividuntur; non tantum majora, sed minima etiam foramina, pori, & reconditiora receptacula recluduntur: aerque intra hujusmodi cellulas interclusus, apertis claustris, erumpit, & in atmosphæram elabitur. Postrema hac ratione rem examinavit *Hales*. Corpora plurima ex genere animantium, vegetantium, fossilium, mineralium ope caloris, menstruorum, mixtionis cum aliis corporibus fermentantibus intra vacuum recipiens dissolvi curabat: ab iisque in liquiditatem jam redactis aerem gradatim explicari adnotabat: & quantum explicati aeris volumen esset, ex recipientis capacitate, quam occupabat, exactissime dimetiebatur. Ejusmodi aerem e corporibus eductum, atque paratum, *factitium* nuncupat.

97. Ab illius experimentis sequentia plane constant: Aer intra corpora prius latens, & ab iis extra-

(a) *De la nat. de l'air*.
(b) *Exp. phys. continuatio 2.*
(c) *Statiq. des vegetaux ch. 6.*

tractus, non modo æquale, sed longe etiam majus habet volumen, quam ipsa corpora, ex quibus extrahitur. Non eadem tamen aeris quantitas, intra omnia, & singula corpora, quantumvis volumine æqualia continetur. Facto in pluribus corporibus periculo, sequentia comperit: aer ex porcino sanguine distillato extractus ad sanguinis volumen erat, ut 33. ad unum: ex cornu damæ, ut 234. ad unum: ex materia quercea, ut 128. ad unum: ex terra virgine, ut 43. ad unum. Ex pollice cubico pisorum, cujus pondus erant 318. grana, 393. pollices cubicos aeris extraxit: hoc est, aerem ponderis 116. granorum, tertiam scilicet partem ponderis pisorum. Ex humano calculo, cujus volumen erat $\frac{3}{4}$ pollicis, pondus autem 230. grana, 516. pollices cubicos aeris eduxit: hic igitur aer calculum volumine continebat 688. vicibus (a).

98. Atque hæc quidem, & similia alia quam plurima ab experimentis constant. Illa quidem generatim probant, intra universa terrestria corpora nobis nota plurimum aeris contineri: quod demonstrandum proposuimus. Utrum vero rarum illud, atque pellucidum fluidum a corporibus extractum, & factitius aer nuncupatum verus aer sit, an potius ipsorummet corporum solutorum halitus, & vapores maximam partem existant, qui plurimum etiam aeris una secum habeant admixtum, dubitari merito potest. Rem statim secundum posteriorem sensum adstruemus. Interim vero cum fluidum illud magnam partem aer existat; facile inde deducuntur sequentia. 1. Aer intra corpora est longe magis compressus, atque densus, quam dum liber existitit, soloque atmosphæræ pondere premitur. 2. Intra corpora ita minutissime divisum elasticitatis vires maximam partem amittere. 3. Eas tamen recuperat, vix ac aut ab igne excitatur: aut plurimæ ejusmodi particulæ in unam confluunt, bullamque efficiunt sensibilem.

99. Aer idcirco intra corpora longe aliter, atque extra illa existit: eumque habet statum, & existendi modum, quem certo definire non valeamus. *Mairan*

(a) Hales *Analise dell' aria exp.* 57. & 77.

ran (a), & *Mariotte* (b), qui aerem velut laneum vellus concipiunt, ingeniose, & divinando conjecere, aeris particulas figura longiusculas sese intra corpora non contingere, sed in longum porrectas per contorta, aut recta corporum foramina distendi, iisque velut in aptis vaginulis explicata, & distenta existere: at cum primum e corporibus erumpunt, multiplicibus plexibus sese implicant, velumque efficiunt innumeris poris, cavitatibus, & recessibus scatens; spatium igitur longe majus occupare poterunt hujusmodi fila in varias spiras convoluta, & secum ipsis implexa, quam corpora ipsa, e quibus educuntur, & intra quorum poros distendebantur. Habendum hoc est, ut pura hypothesis superius a nobis proposita; licet aliunde constet, lanei velleris fila, si distendantur, & juxta se invicem aptentur, longe minus spatium occupare, quam si perturbato striarum, & plexuum ordine juxta se invicem convolvantur.

Fatendum tamen est, præter dicta aeris fila mutuo a se invicem separata, & intra minutissima foramina dispofita, alias & sensibiliores aeris massulas intra sensibiliores corporum anfractus existere, quarum elaterio non parum adjuvetur propria ipsorum corporum elasticitas.

100. Aereis particulis intra cibos, & potus latentibus tribuendi sunt ructus, dolores colici, & plurima id genus alia. Etenim fluida, & solida alimenta dentibus primo contrita, saliva deinde in oreimmixta, imbibita, temperata, in stomachum recepta, mutuo, & peculiari ventriculi attritu, acidorum ope, & fermentatione in minutissimas particulas dividuntur, ut massam ad chylum, atque sanguinem efformandum aptam efficiant. Hinc non majora solum receptacula, sed minutissimæ etiam cellulæ, recluduntur, latens in iis aer erumpit: minutissima aeris fila libertatem nacta coeunt, grandiores aeris massas conflant, dilatari conantur: si igitur inferius vel, superius per dispositos a natura carnales erumpendi li-

(a) *Dissert. sur la Glace.*
(b) *Essais sur la nat. de l'air.*

libertatem, & viam offendant, ructus &c. efficiunt: quod si vias, & canales cibis impeditos inveniant, eorum interim elasticitate ob calorem aucta, viscera ipsa, colon anatomico idiomate nuncupata, ilia, & similia vasa plus æquo distendunt, unde colici, & alii dolores originem ducunt. Fusius hæc in Physica viventium prosequimur, cum de ciborum digestione differimus.

PROPOSITIO X.

101. *Aer ille factitius, de quo hactenus loquebamur, maximam partem sunt halitus, seu subtilissimi spiritus, atque vapores in quos corpora ipsa solvuntur, qui cum innumeris etiam veri aeris particulis permixti mixtum illud fluidum componunt aeri externo simillimum.*

Ut ita rem statuam, ipsamet experimenta, atque observata in iis phænomena faciunt. In fluido illo *factitio* proprietates observamus proprietatibus aeris contrarias: cujusmodi sunt sequentia. Aer *factitius*, 393. pollices cubici, ex pollice cubico pisorum extractus, quem superius retulimus, per 9. dies intra recipiens conservatus, admoto postea igne totus inflammabatur: deciesque ope aquæ extinctus, toties admoto iterum igne ardebat. Idemque aut simile phænomenon in factitio aere ex aliis, & aliis corporibus elicito observatur. Atque hæc fluidum illud spiritus potius subtiles corporum, quam verum aerem demonstrant. Rem confirmat status corporum, e quibus istiusmodi aer fuit elicitus: liquores enim aliquos, elicito ex iis aere, evanidos deprehendebat *Hales* (*a*).

102. 2. Aer ille *factitius* animalium respirationi non inservit: immo est plane noxius: cum animalia in recipiens eo aere plenum introducta, illico moriantur. 3. Flammam etiam extinguit: atque hæc duo observantur, licet eadem in *factitio*, atque in naturali aere densitas, & elaterium existat. 4. Factitius una & verus aer intra recipiens permixti fermentantur, pelluciditatem amittunt, colorantur. 5. Si ve-

(a) *loco cit. Exp.* 86.

verus ille esset aer; id ex observatis deduceretur, tertiam partem substantiæ quercus v. gr. esse purum aerem: aliaque esse corpora solida, quæ dimidiam partem sint aer solidus, & intra corpora ipsa consistens: quod quidem sine demonstratione dici non debere existimo.

103. Relata hæc effecta expertus est *Hales*, accuratissimus observator: non illa quidem rem certo definiunt; mihi tamen argumento sunt, ut sensum probabiliorem esse existimem. Nihilominus *factitium* illud fluidum esse verum aerem, tenet ipsemet observator: idque ex eo probat, quod idem plane pondus, atque elaterium in *factitio*, atque in vero aere deprehendatur. Ita quidem res habet: utrumque tamen illum aerem idem fluidum esse, meo judicio non probant. Corporum vapores, halitus, exhalationes idem plane, atque naturalis aer, pondus habent, cum in medio aere sustineantur, ut ex Hydrostatica constat: par igitur pondus duobus fluidis diversis sæpe convenit. Idem pariter de vi se se expandendi, seu elastica dici debet: corpora inter se diversa pari densitate, pondere, elaterio prædita esse possunt. Ita in re nostra rem esse debere, vel id probat, quod in fluido illo factitio innumeras etiam veri aeris particulas esse fateamur.

104. Contra hactenus dicta, præcipue vero contra pondus aeris opponi potest 1. Si aer esset fluidum grave, & inclusa in ipso corpora comprimens; humana corpora vehementissime premerentur, & enorme pondus sustinerent: cum toti atmosphæræ succumberent; eam tamen pressionem, & pondus neque experimur, neque deprehendimus. Argumentum nullius plane momenti esse, apparet in piscibus, & cæteris viventibus infra aquam immersis, & illius, citra dubium gravis, pondus sustinentibus, quin tamen sese comprimi animadvertant, aut ullam inde molestiam patiantur: eademque libertate intra aquam, ac nos in aere, moveantur.

Respondeo igitur: Enorme nos atmosphæræ pondus ferre: illud tamen triplici de capite neque sentimus, neque deprehendimus. Primo; Quia æqualiter ab omni parte premimur: nullaque est corporis pars, quæ plus, quam aliæ, urgeatur. Secundo Aer; per nostrum corpus ubique diffusus æqualiter versus

om-

omnes partes externi aeris pressioni resistit. Tertio; Ejusmodi ferendo ponderi jam inde a nativitate assueti illud non sentimus. Porro si corpus ab una parte comprimi desinat, ut fiet, si manu supernum evacuati recipientis os (modo supra explicato) occludamus; totum illico atmosphæræ pondus sentimus, ut ibidem retulimus, & explicavimus. Aeris vertici nostro incumbentis pondus 1000. libras longe superat, ut nihil de lateralibus pressionibus dicam.

105. Objicit. 2. Quæcumque aeris massa, in qua experimenta instituuntur, est quamplurimis terrestribus particulis, vaporibus, & corpusculis scatens, atque perfusa; iis igitur particulis, quæ e terrenis corporibus solidis, & fluidis elevantur, & sunt proculdubio graves, tribui debet pondus, & gravitas, quam in aere deprehendere nobis videmur.

Resp. Periculo facto, ut objectam difficultatem examinaret & dilueret, aerem a crassis vaporibus, & extraneis corpusculis purgavit *Nollet* (a); eaque ingeniose, & quantum per humanam industriam licet, separavit; nihilominus aerem eo pacto expurgatum eodemmet pondere præditum comperit. Deinde nisi aer esset fluidum grave; vapores, & terrestria corpuscula gravia per medium ipsum fluidum ascendere non possent, secundum Hydrostaticæ leges.

Plurimas alias aeris qualitates philosophi consideratione dignas inferius explicabimus, cum de atmosphæra terræ disseremus. Priusquam in hæc descendamus, quandoquidem de liquorum in torricellianis tubis suspensione, atque elevatione plura disputavimus, atque ejusmodi effectus ponderi, & elaterio aeris tribuimus, argumenti ratio ad contraria plane phænomena in aliis tubis observata examinandum nos deducit. Si capaciorum scilicet tuborum loco subtilissimos adhibeas, opposita fere omnia observabis, atque de amplioribus tubis hucusque retulimus.

LE-

(a) *Leçons de Phys. l. 10. to. 3.*

LECTIO III.

De tubis Capillaribus.

DEFINITIO.

106. TUbi *Capillares* A, E, G, I (fig. 11.) dicuntur minutissimi quidam tubi, recti, curvi, torti, parum refert, utrimque aperti, qui ob cavi & foraminum exilitatem capillos referunt, & nomen inde derivant. Ex quacumque materia fieri possunt: qui tamen ad experimenta freqnentius adhibentur, vitrei sunt, ut per pellucidam materiam ascendentium; aut descendentium liquorum effecta spectari possint. Cavi diameter, & capacitas varia esse potest: a capilli tenuitate ad unam, aut alteram lineam extendi.

Quæ in tubis capillaribus observantur liquorum phænomena, communes Hydrostaticæ leges labefactare videntur, & omnium Physicorum ingenia torquent. Hujusmodi phænomena veteres Philosophos penitus latuere: cum vix sæculum sit evolutum, ex quo deprehendi cæperunt, & observari. Quæ in hac materia sunt præcipua, & varias deinde Physicorum ad ea explicandum opiniones paucis accipe.

OBSERVATIO.

107. Si capillaris tubi EF, utrimque aperti, & erecti, extremum aliud F liquorem quemcumque stagnantem vel tantum attingat, vel intra illum aliquantulum immergatur; stagnans liquor per tubum ascendere observatur: intra recipiens vacuum, vel in aperto aere fiat experimentum, nihil refert. Quod si tubus ulterius intra fluidum immergatur, ulterius etiam liquor per capillarem tubum ascendet. Unum est hydrargirum, quod per tubum non solum non ascendit, sed ab infimo tubi ore immerso velut refugit: pars hydrargiri ori immerso inferius respondens, illudque propius contingens, deorsum incurvatur, seu deprimitur infra libellam, eoque magis refugit, quo minor fuerit tubi diameter. In matallis etiam fusis idem observatur. Et hæc quidem in vitreis tubis:

ex

ex ea tamen materia parari possunt, quos neque hydrargirum fugiat, neque metalla fusa. Hujusmodi experimenta unusquisque per se ipsum facere potest; & ab observatoribus sæpe repetuntur (a).

OBSERVATIO II.

108. Liquores, intra quos tubi capillares immerguntur, per ipsos ascendunt, nulla eorumdem liquorum densitatis, aut gravitatis ratione habita: aliquando enim qui graviores sunt, superius ascendunt: altius quippe urina oleo vitrioli: vitriolum aqua salsa, hæc spiritu nitri, nitrum spiritu vini elevatur. Maxime omnium ascendunt urinæ, & spiritus salis ammoniaci: omnium minime spiritus ille vini bis iterum ope ignis distillatus, *alcohol* vulgo dictus, licet sit subtilissimus, & liquorum levissimus (b). Si tamen eidemmet fluido tubi diversarum diametrorum exposita ratione immittantur; eo altius elevatur, quo diameter tubi fuerit minor. Quare cum tubi capillares sint tenuissimi cylindri, eorumque proinde superficies sint, ut diametri (c), erunt liquorum ascensiones, seu altitudines in ratione inversa superficierum: neque rationem hanc aut tuborum crassities, hoc est, major vitri massa, aut major ascendentium liquorum densitas perturbat. Eademmet phænomena vel in vacuo, vel in libero aere deprehenduntur. Ea autem in mille passim corporibus observantur: spongia, pannus sericus, laneus, multiplex etiam materiarum, seu lignorum genus, si aquam tangant; interius humectantur & aquam trahunt: quid autem sunt hæc corpora, nisi innumeri tubi capillares secum ipsis commissi, & uniti?

109. Aliquando etiam ad experimentum adhibetur tubus v. gr. G H, aut I L: diversæ omnino capacitatis; ab una scilicet parte G N gracilior, ab alia vero N H amplior. Si totum hujusmodi tubum liquo-

(a) *Nollet, Regnault, Khel, Muschemb. Desaguliers, Gravesf. & alios in locis toties citatis.*

(b) *Muschembr. Elem. Phys. de tub. capill. Essais de Physique.*

(c) *Elem. Geom. Elem.* 4.

quore impleas, isque ex latiore extremo stagnantem liquorem tangat, aut in illum immittatur; manebit tubus usque ad summitatem G plenus: minime tamen, si gracilius extremum G fluido immergatur. Quin imo si vas satis amplum A B in tubum capillarem desinat, totumque vas, & tubus liquore impleatur, amplo ore B stagnantem liquorem tangente; plenum omnino & vas, & tubus manebit. Tandem si cætera sint paria, quo longior fuerit capillaris tubus; eo altius per illum liquores elevantur. Ad liquorum elevationes dignoscendas, colore aliquo tingi oportet.

Præcipua habes tuborum capillarium phænomena: singularia illa quidem, atque ab Hydrostaticis legibus aliena; quæ tamen in natura infinitum pene habent usum. Quænam vero hujusmodi effectuum caussa? Communisne, & crassioris aeris pressio; an potius vis aliqua attractionis, qua tuborum parietes liquores ad sese trahant; an alia tandem ab iis diversa?

PROPOSITIO XI.

110. *Liquorum per capillares tubos ascensio aeri crasso stagnantem liquorem prementi, & sursum per tubos urgenti referri nequit.*

Opposita quorumdam opinio, novissime a P. *Gerdil* propugnata (*a*), cum experimentis non cohæret. Primo enim tubo E F v. gr. (fig. 11.) in aperto aere ad experimentum adducto, aer æqualiter in stagnantem liquorem, ac in superiorem tubi aperturam deorsum premit: æquis igitur viribus liquorem ad ascendendum, aeremque e tubo expellendum urget, & aeris ipsius egressum impedit: liquorem igitur ea de causa ascendere, impossibile est.

111. At, inquis, ramosæ aeris particulæ mutuo sese impediunt; neque facile per parvum tubi cavum ingredi possunt, liquoremque interius premere, &, ne ascendat, impedire: dum ex adverso liberrime stagnantem liquorem aer premit; premendo sursum ele-

(a) *Dissert. de tubis Capillarib.*

elevat. Sed datæ huic responsioni ratio, & experimenta opponuntur. Aer, ut superius retulimus, per exilissimum foramen, in vesica superiorem tubi evacuati partem operiente, acus cuspide factum, facillime in tubum irruit; ergo & per angusta capillarium tuborum cava, foramine illo ampliora, ingredi, atque fluere facillime potest. Sunt scilicet aeris particulæ diametro tuborum subtiliores. Deinde aer superiori aperturæ E incumbens egressum aeris e tubo æque impediret, atque aliæ columnæ stagnantem premunt: fluidum igitur ex inferiori parte non ingrederetur; at opposita omnia novimus. Observante *Muschembroek*, gutta aquæ per exteriorem tubi EF superficiem labens, illico ac os inferius attigit, tota illico in tubi cavum se recepit, & ascendit: erat tamen tubus aere plenus: perinde autem in hoc experimento premit aer aquam per F ingredientem, atque aerem per E egredientem: neque ingredi potest aqua, quin insimul egrediatur aer.

112. *Secundo*: eadem veritas in vacuo clarius ostenditur: Eodem modo in recipiente vacuo, ac in aperto aere liquores per tubos capillares ascendunt: crassioris igitur aeris pressio liquores non elevat. Nam vel totus aer crassus, vel major illius pars e recipiente extrahitur: si primum, penitus e tubis descenderet liquor; si secundum, major saltem illius pars laberetur: caussa enim sublata, aut diminuta, tolli etiam, aut imminui debet effectus: cum neutrum igitur accidat; falsa apparet opposita illa opinio, quæ ad primas phænomeni observationes sponte quasi in Physicorum mentem subiens, post accuratiora experimenta penitus corruit.

Tertio. Si in crassiorem aerem hæc referrentur phænomena; pro relativa gravitate liquores ascenderent atque sustentarentur, ut leges æquilibrii omnino postulant, quod tamen est falsum.

PROPOSITIO XII.

113. *Fluidorum per tubos capillares ascensus, & recensita phænomena legibus attractionis corporum, quas Philosophi, hanc qualitatem admittentes, statuunt, non sunt conformia, ac proinde per vim attractionis non explicantur.*

Non unus jam est inter clariores attractionis universalis assertores, qui tuborum capillarium phænomena per leges attractionis exponere, rem esse desperatam agnoscat, & candide fateatur. Plures tamen sunt, qui generale hoc totius materiæ attributum in causa esse volunt, cur liquores per tubos capillares ascendant; eamque virtutem ex hoc-met phænomeno maxime confirment. Quoniam vero eam virtutem, velut universam naturæ legem alibi rejicimus; impræsentiarum pauca superaddere sufficiet: imprimis vero animadvertendum, Neutonianos eam vim ex tubis capillaribus, & aliis ejusdem generis phænomenis potissimum probare: deinde vero ipsosmet effectus per eamdem vim probant, & vicissim explicant. Eo tamen prætermisso facile patet propositio, si cum phænomenis leges attractionis conferantur: Rei exemplum demus.

114. Quare per capillares tubos vitreos non ascendit hydrargirum, aut metalla fusa: sed potius deprimitur, & refugit? Quia, inquiunt, est vitro densius, plusque a se ipso, quam a tubo attrahitur. Id tamen secundum unde probatur? ex majorine densitate? id quidem esset universali attractionis legi conforme quod vis attractionis sit materia, seu densitati proportionalis: minime tamen cum recensitis phænomenis cohæret: sæpissime enim densiores præ rarioribus liquoribus magis a vitro, minus a se ipsis attrahuntur: deberent autem rariores magis ascendere; cum minus a se ipsis attrahantur, quam densiores: perperam igitur ex majori densitate major vis attrahendi petitur. Eo tamen etiam dato, nihil est, cur infra stagnantis hydrargiri superficiem descendat, tubumque effugiat, hæc fuga in vim attractionis refundi nequit. Deinde, ut modo dixi, fluida non attrahuntur in ratione raritatum: sed aliquando quod est magis densum, magis elevatur: ergo magis attrahitur: fieri igitur potest, ut densiora fluida minus a se ipsis, magis a vitro attrahantur, quam rariora. Adde per tubos capillares, qui ex omni pene materia conflari possunt, fluida ascendere, tubis ipsis graviora, & densiora; magis proinde a tubis minus densis, quam a se ipsis densioribus attrahuntur: si tubus ipse vitreus interius sit sebo illitus; per eum ascendit hydrargirum: illane forsan subtilis superficies sebi tubum

bum efficit hydrargiro graviorem? Contra vero facto experimento in tubo capillari aureo, in hydrargirum immerso, liquor perinde atque per vitreum non ascendebat (a): est tamen aurum hydrargiro longe gravius; attentaque idcirco densitatis ratione, & attractionis lege, magis ab auro, quam a se ipso, seu inferiori hydrargiro deberet attrahi: en igitur attractionis leges, & vires phænomenis penitus oppositas.

115. *Tertio*. Quoniam vis attrahendi juxta Nevtonianos massarum, & densitatum rationem sequitur; indeque est, ut hydrargirum vitro densius magis a se ipso, quam a vitro attrahatur: quo igitur densiores fuerint, aut crassiores tuborum parietes, & massæ, altius in iis ascendent liquores: quod tamen est falsum. At, reponent attractionis assertores, tubi capillares liquorem attrahunt non secundum massarum, sed secundum internæ superficiei rationem: unde fit, inquiunt, ut in subtilioribus tubis ad majorem altitudinem ascendant, pro majori scilicet eorum superficie relatu ad ascendentis liquoris massam: unde tamen id probent, nisi ex ipsomet tuborum capillarium experimento, non video, unde circulus committi videtur. Cur præterea interna tubi superficies, non massa attendenda est; cum massa non superficies attrahat: sitque præterea universalis attractionis lex, vim attractionis sequi rationem massarum, non superficierum?

116. Objiciunt tamen. Nulla assignari potest impulsio, seu vis impellens, & premens, cui tuborum capillarium phænomena adscribi possint: ergo ad vim attrahentem, primariam, & universalem Naturæ legem ex una Dei voluntate pendentem rem referre opus est. Resp. Etsi verum argumentum; non inde tamen attractionis virtus admittenda est, plurima siquidem sunt, imo innumera Naturæ phænomena, quorum explicatio nos latet, & perpetuum latebit; quin tamen novas subinde, & incognitas causas admittere liceat; quamdiu eæ per plurima etiam, & indubitata phænomena aliunde non probentur.

PRO-

(a) *Rem observavit Gerdil. loc. cit.*

PROPOSITIO XIII.

117. *Liquorum per tubos capillares ascensio a ratione insensibilium atmosphærarum, quibus liquorum, tuborumque partes prædita sunt, potissimum provenit: peculiaris etiam partium fluidi tenacitas, & ad tuborum parietes adhæsio, ex earum figura, & magnitudine pendens in rem eamdem influit: nonnihil tandem inæqualis pressio aeris in eumdem effectum influere videtur.*

Posterior hæc pars, ut ab ultima, & minus præcipua caussa incipiamus, observando demonstratur. Experimento enim de tubis capillaribus facto, iisque tubis (fig. 11.) in recipiens non vacuum machinæ pneumaticæ intromissis, & aere mox subducto, liquor aliquantulum descendit: 2. si tubus capillaris ita intra cylindrum aptetur, ut per os superius aeri communicet; cylindrus tamen non nisi per epistomium, & anthliam aerem recipiat, aut emittat; aere extracto, liquor deprimitur; iterum immisso, aut violenter etiam compresso, ascendit: crassior igitur aer ad ejusmodi ascensum aliquantulum influere videtur. Quod si in evacuato recipiente ad consuetam altitudinem subsistit, aut ad majorem aliquando ascendit, ut statim dicemus; ad alias caussas in propositione expositas res est referenda.

118. Id etiam facto sæpe experimento confirmatur; si capillaris tubi ad consuetam altitudinem pleni pars stagnanti fluido immersa extrahatur, tubusque penitus repente educatur; aqua in tubo ad 8., vel 9. lineas altius ascendit (*a*). Aqua etiam per externam tubi superficiem profluens, cum ad aperturam inferiorem pertingit, tubum ingrediens, per illum ascendit (*b*). Duplicis phænomeni eadem est caussa; aer externus labentem aquam comprimens eam per tubi cavum, ubi minor est ejusdem aeris pressio, cogit ascendere.

119. Prima, & potissima propositionis pars, & phæ-

(a) *Mem. de l' Acad.* 1724. *p.* 100.
(b) *Nollet leç. append. ad lect.* 8.

phænomeni causa satis probata erit, si hæc duo conficiam, corpora omnia terrestria, atque composita, solida, aut fluida sint, suas habere atmosphæras; 2. earum atmosphærarum ratione tuborum capillarium phænomena; (imo & quamplurima alia) produci, atque explicari.

Primum inductione constat, præcipua universi, seu systematis planetarii corpora, sol, tellus, reliqui planetæ proprias habent atmosphæras: sed ut de terrestribus tantum corporibus agam, animantia omnia, atque vegetantia a suis semper atmosphæris circumcingi, perennis eorum transpiratio, atque odor, qui prope ipsa, a diversis animantibus percipitur, milleque aliis effectibus constat. Magnetes, corpora omnia origine electrica circa sese ad aliquam distantiam agunt: idem etiam de corporibus excitatione, aut communicatione electricis verum esse, electrica phænomena inferius exponenda demonstrant. Duæ aquæ guttæ sese prope tangentes, ante contactum in sese mutuo confluunt: universimque duæ diversorum liquorum guttæ prope contactum, aut in sese mutuo confluunt, aut sese fugiunt: radius luminis corpora fere lambens, seu per corporum angulos, aut flexus prope contactum pertransiens, a via recta flectitur, trahitur, aut repellitur: quin immo lux a corporibus reflectens, eorum sæpe superficies contingere non videtur; sed ante contactum repelli, ut in Optica exponetur.

120. Acus chalybea supra aquam distensa, & suspensa aquam & aerem a contactu removet. Huc etiam spectant phænomena a P. *Bertier* observata: ex diversis plane materiis, corio, charta, ligno, &c. acus pedem unum longas, in nauticarum acuum formam confecit: illæ vero crinibus alligatæ, & in aere suspensæ levissima plura corpora ad duarum, aut trium linearum distantiam ab iis posita ad sese infra pauca minuta secunda trahebant, aut repellebant (*a*). Hæc sane rerum inductio, quæ longius multo protrahi posset, atmosphæras corporum demonstrat: a magnis

(a) *Memoires de l'Acad. Royale* 1741.

gnis ad parva corpora, ab hisce etiam ad insensibilia eorum elementa inductionis argumentum deducitur. Corpora gradatim semper divisa in insensibilia eorum elementa resolvuntur; eadem tamen & corporum sensibilium, & eorum elementorum natura & ratio est.

121. Jam vero hujusmodi atmosphæræ sunt fluidissimi, & subtilissimi halitus a corporibus ipsis evaporati, circa ipsa suspensi, & in illa alternatim cadentes. Earum amplitudo a corporum magnitudine, virtute, subtilitate pendet, iisque proportionalis existit. Earum diversitas a partium potissimum figura, subtilitate, & motu derivatur: quarum ratione fit, ut aliæ quidem cum aliis facile permisceantur, aliis resistant, nec mutuo misceri possint. Ex iis sane capitibus est, quod menstruum quodcumque datum v. gr. aqua regia cum dato metallo, auro scilicet imbibatur, illudque solvat, cum aliis vero nequaquam penetretur: eadem utrobique ratio est; atmosphæræ rationem, & naturam suorum corporum servant. Sicut igitur corpora, ita & eorum atmosphæræ vel secum ipsis facile, & mutuo permiscentur, vel sibi mutuo opponuntur. Ex eadem caussa aerem a se magis vel minus excludunt, aut cum illo permiscentur; aliaque sunt corpora solida, aut fluida, quæ hujusmodi atmosphæris insensibilibus semper circumdata, earumdem ratione aerem, lucem, sonum, & aliqua alia fluida a contactu suo excludunt: dum interim cum aliis continguntur.

122. Ab iis ego esse, atque derivari crediderim naturales illos effectus *antipathiæ*, & *Sympathiæ* nomine donatos, qui passim in natura observantur: atque in eo consistunt, quod certa quædam corpora sponte, & invisibili vinculo sese trahant, uniant, & mutuo amare videantur: dum interim ab aliis fugiunt, & sese mutuo repellere, atque odio habere apparet. Atque hæc quidem materialis repulsio, aut attractio a corporibus mutuo ante contactum peracta, ad diversas a corporibus distantias pro corporum varietate distenditur: quod iterum in atmosphærarum ratione refertur.

123. Istiusmodi atmosphærarum caussa exposita phænomena potissimum produci, quod erat alterum nobis probandum, facile conficitur. Vitrum imprimis, cor-

corpus perquam electricum, aerem a proximo contactu aut repellit, aut facilius saltem alia fluida admittit. In tubis igitur capillaribus vitreis in quibus parietum atmosphæræ totum fere cavum occupant, aer maximam partem excluditur, liquores vero ratione similarium atmosphærarum facillime insinuantur, permiscentur, ascendunt. Aer æque in stagnantem liquorem, atque in superiorem tubi aperturam premit: minus tamen liquori inferiori, quam superiori aeri resistitur, ut tubum ingrediantur. Eo usque ascendit liquor, quoad particulæ aeris intra tubum antea existentes, & sursum ab ascendente liquore protrusæ eam efficiant densitatem, quæ ulteriori ascensui resistant.

124. Cætera tuborum capillarium phænomena hinc etiam facile explicari videntur. 1. Ampliores tubi pressionem superioris aeris facilius admittunt: minusque idcirco per illos ascendunt liquores. 2. Si liquores prorsus non ascendent, aut etiam a tubo repellentur, quorum partes, & atmosphæræ cum tuborum atmosphæris permisceri nequeant, hæc vero est hydrargiri conditio: neque enim vitrum humectat, aut ejus superficiei adhæret. 3. Liquorum ascensio non quidem eorum levitati, sed atmosphærarum similitudini, & rationi proportionalis esse debet. 4. In vacuo recipiente iidem fere produci debent effectus: quod potissima illic etiam est effectuum caussa. Atque ab iis disce alia: neque enim minutissima quæque argumenti phænomena prosequi lubet, aut præscripti hujus operis fines patiuntur. Id a te diligenter animadverti velim, innumera pene esse naturæ phænomena, quæ ad tubos capillares reducuntur: aqua per bibulam arenam supra scaturiginis libellam, per spongiam, per vestes; vapores ipsi e terreis corporibus calore avulsi, & erumpentes per aeris canales: succus nutritius plantarum per truncorum venas ad ramos, folia, fructus ascendit; quæ omnia, & alia quamplurima suis in locis exponenda ad capillares tubos reducuntur: sed de his omnibus iterum redibit sermo.

125. Duo opponi possent: 1. Si hucusque dicta vera sunt; non est cur hydrargirum per tubos capillares non ascendat, maxime vero cæteri omnes liquores. Solumne illud atmosphæram habet omnium tubo-

borum atmosphæris dissimilem: cæteri vero liquores quibuscumque tubis secundum atmosphæram similes existunt? Resp. Per nullos tubos ascendere hydrargirum, neque dixi, neque verum est: de vitreis tantum loquutus sum: neque etiam alios omnes liquores per tubos quoscumque ascendere affirmavi. Quin imo hæc ex adverso observantur, quod si internos tubi capillaris vitrei parietes sebo inungas, per illos tum ascendit hydrargirum: alia tunc efformatur atmosphæra, aut prior illa puri vitri modificatur: per tubos etiam nimium antiquos parum, aut nihil ii sæpe liquores ascendunt, qui per eos antea elevabantur. Temporis diuturnitate insensibilis aliarum materiarum crusta tubos obducit: unde alterius etiam rationis componitur atmosphæra, oppositorum sæpe effectuum caussa.

Opponi iterum potest. Si intra recipiens fiat experimentum; recipiente evacuato altius nonnumquam ascendunt liquores, quam antea: nulli tamen ex allatis causis acceptum id referri potest. Resp. Evacuato recipiente, internus etiam tubi aer dilatatur: e cellulis, sinubus, & angulis hac illac dispersis erumpit: liquor igitur facilius in evacuatos sinus, & cellulas ingreditur, ibique infigitur altius, minusque inferiores, & succedentes partes pondere premit. Adde minutissimas aeris particulas in ascendenti per tubos liquore dispersas, & elasticas, cum primum ab externi aeris pressione liberentur, amplius dilatari, & fluidas, quibus velut capsulis involvuntur, particulas sursum per tubi altitudinem elevare: cum e lateribus tubi ipsius parietes obstent, ne dilatentur in latera.

LECTIO IV.

De Aere, prout est Terrestris Atmosphera.

DEFINITIO.

126. A*Tmosphæra*, seu atomorum sphæra est magna quædam aeris massa, seu anulus sphæricus terram circumquaque complectens, eamque intra se ipsam, quasi nucleum comprehendens, ad aliquarum leucarum altitudinem extensa, in qua infini-

nita pene vaporum, & exhalationum copia ascendunt, librantur, variaque ratione moventur, spirant venti, formantur nubes, fulgura, tonitrua, tempestates, & millia id genus alia gignuntur metheora. Plurima autem sunt quæ de atmosphæra disputari debent, illius scilicet natura, figura, altitudo, munera: postea vero in ea, quæ in atmosphæra fiunt, metheora descendendum.

Hypothesis loco dandum est, aerem ubique circa Tellurem esse diffusum; ubique enim vivitur, & aerem respirant viventia. Nullus est terræ angulus, quem homines non incolant, vel in quem viatores non appulerint: Telluris globus sæpe jam est circumnavigatus: ubique vero aer, mare, aut continens terræ.

DEFINITIO.

127. *Terrestres Halitus* sunt tenuissima, & subtilissima quædam corpuscula, quæ e Tellure, corporibusque terrenis separantur, in aerem præ levitate ascendunt, & hac illac disperguntur. In duplici sunt differentia; alii enim *exhalationes*, alii *vapores* nuncupantur; exhalationes sunt *halitus*, qui ex corporibus siccis, aut inflammationis capacibus exhalantur: vapores vero sunt *halitus*, qui a fluidis, aquosis, humidis elevantur.

PROPOSITIO XIV.

128. *Atmosphæra est massa, & fluidum quoddam impurissimum ex omnigena terrestrium corporum varietate, eorumque particulis conflatum.*

Nullum siquidem est corpus terrestre, prope telluris superficiem existens, e quo innumera quotidie corpuscula non effluant, exhalentur, avolent; quidquid enim igne absumitur, aut calore attenuatur, substantiæ suæ partem in aerem emittit: lacus quotidie, & paludes exsiccantur, arescunt terræ, & dehiscunt, flaccescunt, & corrugantur poma: arbores, folia, olera, & quidquid in terris vegetabile est, attenuatur, exsiccatur, minuitur, putrescit, dissipatur, disparet: humana corpora, animantia cætera perennem halituum copiam expiratione, sudoribus, in-

insensibilique transpiratione emittunt: eumdem effluviorum perennem fluxum ex odoriferis, quotquot sunt, corporibus erumpere, olfactu ipso deprehendimus: at commune jam est omnium Physicorum effatum, nihil in rebus naturalibus naturaliter perire, destrui, & in nihilum redigi, sed omnem penitus substantiam, & materiam (miraculum Eucharisticum excipio) a Deo, cum Mundum conderet, productam servari: omnes igitur omnium terrestrium corporum halitus, corpuscula, & particulæ in aerem ascendunt, & hinc inde disperguntur, quoad in terræ superficiem iterum relabantur. In aerem etiam exhalat, & dispergitur humanorum, & ceterorum animantium cadaverum caro, sanguis, cæteræque omnes innumerabilium fere istorum corporum partes: infinita pene ex omnium animantium, & vegetantium generibus, & speciebus individua.

129. Quanta præterea sit atmosphæræ impuritas, & quænam in illa corpusculorum vis & massa circuletur perenniter, ex sequenti *Stephani Hales* experimento, & calculo conjicere possumus. Materia ex vulgari, & mediocri arbore, pomo ex-gr. intra 100. dies exhalans crustam circa totum arboris corpus efficeret unum digitum crassam. Alit tellus plusquam 730. hominum milliones: omnibus compensatis, atque æstimatis, 8. libras singuli homines diebus singulis insumunt, ex quibus quinque expirantur in aerem: summa idcirco humanæ expirationis intra 24. horas ad 3650. librarum milliones ascendit. Si hanc summam unica animantium species unica die producit; quanta erit annua? Quanta omnium terrestrium corporum summa? Statui verosimiliter potest, integram ex omnibus corporibus evaporationem diurnam esse 8. cubicarum hexapedarum milliones, hoc est, duas leucas cubicas: annua igitur est 730. leucæ cubicæ. (a)

130. Vapores, & perenne substantiæ effluvium ex plurimis corporibus erumpere, ipsis etiam oculis deprehendimus: plura alia, & subtiliora mycroscopiis armati detegimus; ut ea omittam subtilissima corpuscula, & fumos tenuissimos, quos sub solis ortum,

(a) *Hales statique des vegetaux.*

tum, & paulo ante occasum oculis observant illi, quos *Vedores* hoc est, *videntes*, appellamus, qui scilicet aquas sub terram labentes vident, aut videre dicunt: penes quos sit fides. Id in optica versabimus argumentum. Aer igitur, qui terram circumambit, innumeris omnium terrestrium corporum corpusculis, atomis, substantiis ubique, & semper scatet. Nolim tamen credas, omnium terrestrium corporum atomos in qualibet aeris regione, tractu, aut angulo reperiri, aeri v. gr. Lusitano aromaticos Indiæ, aut Brasiliæ halitus admisceri: eæ potissimum atomi, & halitus in aliquo aeris tractu innatant, & permiscentur, quæ ex illius regionis corporibus elevantur: nisi aliunde, ut plerumque fit, ventorum beneficio alia trahantur corpuscula.

COROLLARIUM.

131. Ex dictis abunde liquet, aerem esse corpus impurissimum ex innumeris diversarum substantiarum corpusculis conflatum. Rudem earum recensionem proponit *Muschembroek* (a): quam tu ipse longius deducere facile poteris. En capita, & ordo ab auctore proposita, meis tamen verbis concepta.

1. Omnes odorum substantiæ ex plantis universis, earumque floribus, & fructibus elicitæ.

2. Vegetantium aquæ, ab iis multiplici de caussa exhalantes.

3. Spiritus plantarum ardentes, & volatiles ex illis, earumque succis natura, aut arte parati, quibus natura ipsa, & humana industria sæpissime utitur ad diversos usus, & effectus peragendos.

4. Volatilia plantarum olea, actione caloris per aerem dispersa.

5. Diversi plantarum sales, facti a natura volatiles.

6. Plurimum etiam terræ volatilis, quod una secum deferunt subtiles fuliginis, olei, salium particulæ.

7. Quidquid subtile ex animalibus exspirat, sudor olea,

(a) *Elem. Phys. n.* 1180.

Mont. Phil. Tom. V.

olea, & salia animalium subtilissima, a vivis, aut mortuis cadaveribus exhalantia: quibus quidem nominibus plurima significantur inter se diversa.

8. Immensa vaporum copia ex omni aquarum genere, fluminibus &c. elevati.

9. Sulphura ex ardentibus, aliisque non dissimilibus montibus, & terræ tractibus elevati.

10. Multiplicia oleorum, & salium genera, quæ ex fossilibus, terris, aliisque corporibus fermentatione, solisque, & ignis actione, aliisque caussis inferius proponendis exhalant, & volatilia fiunt.

11. Quamplurimæ diversi generis particulæ, quæ a metallis, metallicisque corporibus, eorumque fodinis igne solvuntur, & elevantur in aera.

12. Plurimæ tandem minutissimæ plantæ, & animalcula invisibilia; subtilissimaque plantarum semina.

Tanta sæpe est in aere harum substantiarum, seu halituum massa, ut tertiam partem ponderis aeris efficiant copiosi illi diversorum corporum vapores, & exhalationes: ut accurata *Stephani Hales* demonstrant experimenta (*a*).

132. Hæc & plurima alia substantiarum genera nobis parum nota terrestrem componunt atmosphæram. Sunt illa proculdubio partes substantiales eorum corporum a quibus elevantur, propriamque naturam in diversa illa statuum, & locorum vicissitudine servant. Rem satis evincunt ratio, & experimenta. Nulla substantia materialis de novo fit, nulla etiam destruitur. Corpora per continuatam evaporationem, aut exspirationem sensim attenuantur, & diminuuntur, ut videre est in floribus, oleribus, & id genus aliis: quia scilicet continuam particularum, & propriæ substantiæ jacturam faciunt, subtilioresque eorum partes avolant. Nisi ita fieret, nihil esset, cur corporum moles sensibiliter quotidie diminueretur.

133. *Secundo*. Fumus ex aqua abulliente, aut fervente sursum erumpens, manu, aut quocumque in vase receptus, & collectus in sensibiles aquæ guttas conformatur: idem est de aliorum quorumcumque flui-

(a) *Hales statique des veget. append. experim. 6.*

fluidorum fumo, seu vaporibus, ut omnes ii norunt, qui diversorum corporum fumos examinant, & chymicorum meditantur experimenta. Corporum igitur fluidorum halitus sunt ipsorummet corporum partes substantiales, & propria substantia: idem vero est de solidorum corporum effluviis.

Tertio. Tenuis ille ebullientis aquæ fumus, & vapor solari radio illustratus, si mycroscopio inspiciatur, & attente observetur, nihil aliud esse deprehenditur, quam spissa minimarum aquæ bullularum congeries, quæ calore rarefactæ & inde leviores sursum erumpunt. Rem apud omnes certam multis non prosequamur.

SCHOLION.

134. *Ex immensa hac vaporum, & exhalationum copia fit, atmosphæram non esse perfecte pellucidam; sed plurimos lucis radios e sole in aeris superficiem illapsos hac illac inordinate reflectere: ut facile animadverteret, qui supra atmospheram terrestrem a sole illuminatam existens, oculos in eam intenderet. Aerem tamen purum esse perfecte pellucidum, nullumque idcirco habere colorem, auctor esse nolim. Atmosphæræ enim vero proprius est cæruleus ille cælestis, quem dum oculos in Cælum circumquaque intendimus, ubique deprehendimus, & quem ex infantiæ præjudiciis Cælestis nescio cujus superficiei proprium judicamus; cum ille color non in Cælo, sed in ipsa terrestri atmosphæra existat.*

135. Primo. *Ubinam est Cælestis illa superficies cæruleo colore prædita? A terra per universum firmamentum, per spatia fere immensa innumeris leucarum millionibus circumquaque extensa, nil nisi fluidissimum ætherem ex omnium jam Astronomorum sententia agnoscimus: æther autem aere nostro longe subtilior, & rarior lucis reflectendæ, & refringendæ penitus impar existit; nullumque proinde habere potest colorem. Si igitur prædictus color in atmosphera non existit, id unum superest, ut per plures leucarum milliones sit a Tellure dissitus: in ea autem immensa leucarum distantia ecquis oculus cæruleum colorem posset deprehendere; cum cæruleum corpus ad exiguam unius, aut alterius millia-*

rii distantiam aut penitus disspareat, aut in nigrum vertatur colorem?

136. Secundo: *Cæruleus color, ut de aliis item dicemus in loco, ex radiorum solarium reflexione, & refractione ortum ducit: ad immensam tamen superficiei cælestis distantiam radii solares non pertingerent, neque illinc observari, aut deprehendi posset sol, ut in Astronomia physica habes demonstratum. Fixarum ne radii in eam superficiem illapsi, reflexi, & refracti eum efficiunt colorem? at pauciores, & remissiores sunt fixarum radii, quam ut vividum adeo colorem in immensa a nobis distantia efficere possint.*

137. Tertio. *Radii lunares noctu Cælo sereno in charta alba excepti cæruleum in ea colorem exhibent* (a): *lux autem lunaris ea tantum ratione colorem aliquem contrahit, quatenus per medium eodem colore præditum pertransit, & transeundo tingitur, ut alibi explicamus: nullum autem aliud in præsenti casu medium est ad id rei aptum præter atmosphæram. Utrum cæruleus color ab aere solum, an ab aere cum vaporibus permixto proveniat, nullus facile pronuntiabit.*

138. *Unde tamen est, quod in aere tantummodo longinquo præfatum colorem observemus, in eo autem a quo proxime circumcingimur, nullum colorem deprehendimus? Resp. Non qualemcumque aeris massam sufficere, ut sensibilem in nobis coloris speciem efficiat: seu quod idem est, ut radii solares per aerem transeuntes ita afficiantur, & modificentur, ut colorem referant; ingentem aeris tractum pertransire necesse est: hoc autem ex aeris raritate provenit. Simile exemplum habes in vino rubello; parva enim illius gutta vel nullam vel insensibilem rubedinem contrahit; insignis quantitas vivida rubedine oculos afficit.*

PROPOSITIO XV. PROBLEMA.

139. *Modum, & peculiarem legem, atque causam, quæ halitus terrestres e suis corporibus sursum elevet, secundum Physicæ Hydrostaticæ leges explicare.*

Immensa vaporum, & exhalationum, hoc est, diver-

(a) *Mariotte de la nature de l'air.*

versatum substantiarum vis perenniter a terra elevatur in atmosphæram. Mirabilia illic producit phænomena, inferius explicanda: iterumque in antiquam labitur tellurem. Quænam perennis illius fluxus, & elevationis causa? Hujusmodi difficultatem, quæ non levis est momenti, uno vel altero verbo vulgares Physici expediunt, majorem scilicet halituum, quam aeris, raritatem, levitatem, & circumstantis aeris pressionem in medium afferentes. De hac quidem caussa conveniendum est; illius tamen leges discutiendæ: sunt præterea, qui halituum elevationem ex solis virtute, & subterranei caloris repellente derivent: hæc omnia, earum vires, leges modum examinemus.

140. Dico igitur 1. *Vis illa attrahens solis, aut repellens caloris subterranei non sunt halituum elevationis caussa physica.*

Primo enim vires illæ non materiales existere in natura non probantur. Si etiam darentur, quorsum tandem ab attrahente sole non elevarentur vapores; ab ipso semper magis & magis ascendendo attracti?

Secundo. Subterraneus calor sunt ipsimet subterraneorum corporum halitus motu perturbato agitati, & sursum erumpentes: a quo autem hujusmodi calor sursum impellitur, & vim alia corpuscula impellendi accipit?

Tertio. Fumus aquæ ferventis, aut corporis accensi, & inflammati intra recipiens evacuatum sursum nunquam ascendit, sed deorsum semper relabitur; quantumvis magnus sit & circumstans & subterraneus calor, & solares radii ardentissimi; præfata igitur halituum elevationis causa, nisi aliæ etiam admittantur, est liberum prorsus commentum.

141. Dico *Secundo*. *Ex multiplici causa terrestrium corporum halitus ascendunt in atmosphæram, & primo quidem e solari, & subterraneo calore*; Secundo: *Ex majori superficie, quam, dum calore dilatantur, acquirunt*: Tertio. *Et potissimum ex circumstantis aeris pressione*: Quarto. *Ex iisdemmet causis ex quibus per capillares tubos ascendunt liquores, quas superius explicavimus.*

Facile intelliguntur, & suaderi possunt relatæ omnes caussæ. Solari, & subterraneo calore, & ignibus incalescunt corpora; dilatantur eorum partes,

 in-

intestino motu perturbatæ cientur, aliæ ab aliis dividuntur, ampliantur, in volumen longe majus excrescunt, & capaciori longe superficie terminantur. Igne enim particulæ tenues, raræ, subtiles, multiplici motu agitatæ per aquæ, & liquorum poros se se insinuant, parietes concutiunt, laxant, subvertunt, minimis poros ingrediuntur, alias ab aliis particulas multipliciter agitando avellunt, explicant, inflant & in bullas tenuissimas, seu insensibiles vapores conformant, & resolvunt, subtiliores igitur corporum particulæ a crassioribus separatæ, atque calore solari, & subterraneo rarefactæ majorem, quam ceteræ corporis, & ambientis aeris particulæ, levitatem acquirunt, sursumque avolant.

142. *Secundo*. Aer circa terræ superficiem magnopere compressus, & condensatus, fluidorum more omnia corpora circumquaque premit, premendo expellere loco, & elevare nititur; quo autem subtiliores, rarioresque fuerint corporum particulæ, eo minus incumbentis, & circumstantis aeris pressioni, & actioni possunt resistere; quo majus enim est ejusdem massæ intra fluidum grave existentiis volumen, eo minus resistit, facilius expellitur, & elevatur. Equidem terrestrium corporum vapores (idem de exhalationibus dicendum) dum calescunt, longe magis, quam aer, rarescunt: particula aquæ in vaporem redacta, in volumen 1400. vicibus majus, quam antea, distenditur, ut facto experimento, & calculo subducto, deprehendit. *Muschembroek* (a).

Est igitur volumen vaporis ad volumen aquæ ejusdem ponderis, ut 1400. ad 1. Volumen autem aeris ad volumen aquæ æqualis ponderis est, ut 1000. ad 1. Volumen igitur vaporis ad volumen aeris ejusdem ponderis est, ut 1400. ad 1000. sunt autem voluminum ejusdem ponderis raritates directe, ut volumina; raritas igitur vaporis est ad raritatem aeris, ut 1400. ad 1000. at sunt gravitates inverse, ut raritates: gravitas igitur aeris prope terram existentis est ad vaporis gravitatem, ut 1400. ad 1000; aer igitur aquam, & vapores ita premit, ut eos sursum facillime elevare possit.

143.

(a) *Elem. Phys. n.* 729.

143. Bene est, inquis, aquam calescentem vapores sursum ob comprimentem aerem elevandos ex se emittere, demus parumper: sed ex ipsa etiam nive, ex gelu, & frigidissimis corporibus vapores erumpunt, & sursum elevantur, cum eorum volumina, & pondera paulatim imminui Physici deprehendant: nix scilicet terræ superficiem cooperiens intra paucas horas aliquando disparet: gelu etiam aeri frigidissimo, & radiis solaribus impervio expositum sensim minuitur. Resp. Nivem, & gelu majorem saltem partem disparere, eo quod illius partes ab aeris, & terræ humore solvantur, liquescant, defluant, & intra tellurem imbibantur. Pars tamen non exigua solvitur in vapores: sed est etiam in gelu, & nive calor, ut inferius demonstrabitur. Id præterea aliis caussis referendum est in propositione adstructis.

144. Neque enim soli calori vapores rarefacienti id rei tribuitur sed externi aeris pressioni, vapores, tamquam spongia, per tubos capillares sugentis, & elevantis, ex iisdemmet caussis, quibus per dictos tubos ascendunt liquores. Postremis vero hisce caussis magnam partem deberi vaporum elevationem, fusior indicati modo experimenti explicatio confirmat. Quod scilicet ex aqua congelata sensibilis, & magna evaporatio erumpat cælo etiam frigidissimo, periculo facto experti sunt *Muschembroek*, *Perrault*, *Walerius*, & alii: quorum primus e glaciei cubo quatuor unciarum ad solem non exposito, & cælo congelante 4. grana inter 24. horas defecisse in vapores resoluta, experimento didicit: quin imo plus vaporum e glacie, quam ab aqua soluta sub eodem cælo, & circumstantiis erumpere, expertus est *Walerius*: & quodnam in glacie ignis, aut caloris vestigium? *Secundo*. Hyberno tempore flante vento frigidissimo mirum in modum exsiccantur corpora, lacus, paludes. Non igitur ab igne, aut calore solum elevantur vapores, sed aliis caussis in propositione assertis res est tribuenda: quæ præsentes sunt, & iis effectibus sufficientes.

145. *Tertio*. Insensibiles particulæ quo majori superficie comprehendantur, eo majores ab aere comprimente ictus recipiunt, eoque facilius repetitis impulsionibus cedunt: notum enim est, fluida media,

E 4 qua-

quale eſt aer, in ſolida corpora ſecundum ſuperficierum rationem agere, & impellere.

Quarto: Denique Aeris particulæ ramoſæ, flexibiles, ſtriatæ ſecum ipſis implexæ innumeros, & continuos inter ſe canales minutiſſimos ſpongiæ inſtar efficiunt; totaque proinde aeris maſſa terræ incumbens, velut magna ſpongia innumeris capillaribus tubis hinc inde interſperſis ſcatens conſiderari debet. Cum igitur inſignis hæc ſpongia, & diſſeminati per ipſam canales, ſeu capillares tubi terrena corpora fluida, & ſolida ſemper tangant, & premant; terreni halitus, & particulæ ſurſum per ejuſmodi canaliculos elevantur ob eaſdem cauſas, quibus liquorum per tubos capillares aſcenſum ſupra retulimus.

146. Enim vero ea corpora, quæ intra aquam, aut alia fluida diſſolvuntur, ut ſal, ſaccharum, & mille id genus alia, ope tuborum capillarium, quorum innumeram copiam aquæ partes, & columnæ efficiunt, ſuperius aſcendunt, huc illuc diſperguntur, licet ſint graviora, quam ipſa aqua: quidni igitur idem in aere fiet? Eſt enim fluidum ſubtile, elaſticum, innumeris poris refertum, qui tuborum capillarium inſtar habendi ſunt. *Secundo*. Per apertos, & ſatis amplos ſpongiæ canales, atque tubulos multipliciter intortos; anguloſos ad ſummitatem uſque ſpongiæ ſuperiorem aſcendit aqua, quam inferius contingit. Per ſimiles igitur canales in aere diſpoſitos aſcendent vapores, accedente potiſſimum craſſioris aeris circumſtantis preſſione.

147. *Tertio*: Quia ea demum una ratione intelliguntur difficilia alias aſcenſionis, & ſuſtentationis vaporum, nubium, & pluviæ phænomena, quæ ſoli calori, & igni tribui nequeunt. Hinc enim bene intelligitur 1. vapores modo ad majorem, ad minorem modo altitudinem aſcendere, pro vario, & vaporum & aeris ſtatu. Ampliores enim modo, anguſtiores aliquando ſunt capillares aeris tubi, ſeu pori. 2. Aere humido minor vaporum copia, quam ſicco elevatur: per ſpongiam enim aqua ſaturatam, qualem aer humidus refert, difficilius, & minor, quam per ſiccam, aſcendit aqua. 3. In pluviam condenſantur, coeunt, & reſolvuntur vapores; cum aer iis refertus conſtringitur, & condenſatur, veluti cum ſpongia liquore referta manibus comprimitur, aquam copio-

piose exprimit. 4. Multoties etiam repentino calore, aere vaporibus saturato incalescente, copiosa descendit pluvia. Capillares enim tubi, qui aquam retinebant, calore dilatati eam sustinere nequeunt, sed emittunt, ut superius explicavimus, cum de tubis capillaribus sermo fuit. 5. Fit etiam aliquando, ut cælo omnino claro, nullisque nubibus obducto prægrandes depluant guttæ. Ex iis plurima consequuntur fusius statim explicanda.

148. *Dico* Tertio: ***Fluidorum in vapores resolutio, eorumque elevatio, & suspensio igni seu materiæ electricæ e globo Telluris in atmosspheram erumpenti magnam partem debetur.*** Post tot electrica experimenta quot paucis abhinc annis tota in Europa fuerunt instituta, atque scrupulose examinata, hanc etiam notissimi phænomeni causam usque ad nostra tempora ignotam prætermittere non possumus. Primo enim ipsasmet nubes, hoc est, terrestrium vaporum congeries, esse electricas negari omnino non potest; cum id ab experimentis habeamus, quæ inferius referemus, cum de fulminum natura disputemus. Quamdiu enim vero pluvium est Cælum, atque nubibus obductum, magnam in nubibus ipsis electricitatem animadvertimus, quæ tamdiu durat, quoad in pluviam penitus resolvantur (*a*). Jam vero materia electrica nubibus seu vaporibus ab aere non communicatur: a tellure illa materia ascendit: ascendendo viam sibi facit per medium aerem: id autem peragit mediis corpusculis communicatione electricis, quæ secum defert: aer enim origine electricus prædictæ materiæ resistit; corpuscula vero communicatione electrica sursum per aerem ascendentia sunt ipsimet vapores. Omnia hæc luculenter demonstramus, cum de Electricitate, & Fulminum natura instituimus disputationem.

149. Materiam electricam vehementissima impellendi virtute esse præditam, magno impetu e corporibus electrificatis emitti, evibrari, & effluere, levia corpora, in quibus inest, secum deferre, sursum attollere, in aere suspensa sustinere, quamdiu ab ipsis

(a) *Beccaria. Elettric. naturale, l. 10. p. 166.*

ipsis corpusculis non avolet, experimentis electricis edocemur (*a*). Nobis etiam constat magnam ignis electrici vim e terra erumpere, & per atmosphæram diffundi, atque insimul vapores esse corpuscula levia & communicatione electrica. Si ergo materia electrica secum defert, sursumque attollit corpuscula communicatione electrica, cujusmodi sunt vapores, quibus quasi *deferentibus* ipsa sibi per medium aerem illi aliunde resistens viam faciat; si ex globo telluris dicta materia perenniter effluit, atque sursum circumquaque prosilit, consequens est, ut vaporum elevatio istiusmodi causæ veræ, & sufficienti referatur.

150. Duo præterea sunt, quæ rei veritatem mihi ulterius confirmant: vaporum scilicet elevatio hyberno tempore a corporibus frigidissimis, qualia sunt gelu, nix, & alia quamplurima. *Secundo*: Ipsarummet nubium formatio: quæ enim causa vapores elevatos, & in aere suspensos in unum cogit? Deberent potius ad instar fumi per totum aerem dispergi, atque distribui: nihilominus nubes diversa corpora inter se sejuncta componunt. Aliunde autem scimus materiæ electricæ indolem esse, ut corpora communicatione electrica ad se mutuo impellat, cogat, & in unum corpus adducat. His & aliis, quæ brevitatis gratia prætermitto, facile credo, materiam electricam potissimum habere locum inter Physicas causas elevationis vaporum.

151. Omnia quidem de electrica virtute asserta, cum experimentis plane constent luculenter inferius exponendis; nova hæc elevationis vaporum caussa jure merito hoc in loco adstrui, aut indicari debebat. Ea vero est hujus materiæ indoles, imprimis notanda, quod non modo particulas secum attollat, aere minus, aut æque graves, sed longe etiam illo graviores deferat, & in atmosphæra sustineat. Rem modo asserimus, modum atque rationem inferius daturi.

CO-

(*a*) *Vide, quæ dicimus de Electricitate.*

COROLLARIUM I.

152. Quo igitur ardentior fuerit in terrenis corporibus calor a sole, vel ab ignibus subterraneis proveniens; eo copiosiores halitus, vapores & exhalationes in atmosphæram ascendent. Cum enim calor, aut ignis sit caussa raritatis; pro majori illius intensitate major etiam erit in corporibus raritas; facilius & copiosius corpuscula ab se invicem separantur: majorem levitatem acquirunt, & ab circumstanti aere pressa copiosius elevantur. Hinc est, quod panni quicumque, aut quælibet alia corpora madida, & igni, aut soli, ut exsiccentur, exposita, eo facilius & brevius exsiccantur, quo propius admoventur ad ignem, aut ardentiori exponuntur soli. Eatenus enim corpora exsiccantur, quatenus ipse, quo interius exteriusque madescunt, humor & liquor calore in vaporem conversus exhalatur.

COROLLARIUM II.

153. Hinc etiam est, quod corpora madida aeri exposita, exsiccentur interdum, nonnumquam tamen magis humectentur, pro vario scilicet aeris statu, & existentium in ipso vaporum copia. Aliquando enim aer ita est aqueis vaporibus perfusus, ut ejus canales & partes sint magnam partem madidæ, & quodammodo dilutæ: in spongiæ igitur modum, aqua penitus imbibitæ, vapores potius ex se guttatim distillat, & in corporum, quæ tangit, superficiem diffundit, quam eos e corporibus accipiat, & velut exhauriat. Nonnumquam tandem vaporibus non admodum plenus, aquea corpuscula e madidis corporibus calore exhalantia intra se recipit, & premendo elevat. Tum vero potissimum exsiccantur corpora, cum ventus spirat aridus, qui aquam e corporum superficie radas, radendo sursum attollat, & secum deferat in atmospheram.

COROLLARIUM III.

134. Hinc etiam infertur, majorem vaporum, & exhalationum vim e terrenis corporibus interdiu quam noctu, æstate, quam hyeme sursum elevari, si cæ-

si cætera sint paria. Major enim æstate, quam hyeme, interdiu, sole scilicet terras illuminante, & calefaciente, quam noctu viget calor, præcipua nimirum causa, ex qua vaporum elevatio pendeat. Addidi tamen, *si cætera sint paria*; quia plurimas patitur exceptiones hæc propositio. Fit sæpissime, ut majus hyeme, quam æstate, noctu, quam interdiu sit aeris pondus, major intra corpora humiditas, copiosior liquor, major interdum etiam fermentatio, & subterraneus calor: ex quibus fiet, ut copiosior noctu, quam interdiu, hyeme quam æstate vaporum copia elevetur. Effectuum non una ex eorum caussis, sed omnes simul vera sunt mensura.

COROLLARIUM IV.

155. Intra Zonam torridam copiosiores etiam elevantur vapores, quam intra temperatas, & frigidas, cæteris tamen paribus. Sol perpetuo inter Tropicos existens, Torridæ regiones efficacius calefacit, quam cæteras Zonas, quæ hinc inde a Tropicis ad polares circulos, a polaribus ad polos jacent. Plurimæ tamen sunt in Zona torrida regiones, quæ vel ob perennem, qui illic spirat, ventum, vel ob alias caussas, quas inferius examinabimus, sunt magis temperatæ, & calore minus ardenti perfruuntur, quam aliæ regiones in Zonis temperatis sitæ: mirum igitur non erit, si minor ex illis, quam ex illis vaporum copia elevetur. Si expositæ caussæ vim cum plurimarum Zonæ torridæ regionum in America, & Africa situ conferas; aliasque immensis maribus circumdatas, ut in America, alias aridissimis continentis terræ tractibus circumseptas esse animadvertas, quæ quidem est Africæ conditio; tum vero quæ miram illarum regionum temperiem, aut intemperiem caussa efficiat, quæ flumina, imbres diluvium referentes producat, facile concipies. Sed hæc impræsentiarum indicasse satis.

COROLLARIUM V.

156. Ex iis locis, quæ corporibus humidis, calidis, & facile inflammandis magis abundant, major va-

vaporum vis erumpit, quam a cæteris, licet a sole acrius incalescant. Corpora, quæ citius, & facilius inflammantur, subtilioribus constant particulis, plurimo item interno igne abundant: facilius igitur subtiles ejusmodi particulæ calore dilatantur, & sursum ob aeris pressionem avolant. Hinc circa paludosa loca nebulæ plerumque æstivo tempore, mane potissimum observantur. Loca etiam sunt adeo arida, ut pluviosum cælum, nivem, grandinem, pluvias numquam videant: cujusmodi sunt arenosa illa peruani regni littora per 700. & amplius leucas ab æquatore ad austram protensa, Ægyptus, Thebais, aliæque interioris Africæ provinciæ.

COROLLARIUM VI.

157. Aer, seu atmosphæræ tractus cuicumque regioni proprius, iis potissimum vaporibus, & exhalationibus scatet, quas ejusdemmet regionis corpora ex se emittunt: nisi frequens ventus alios ex aliis regionibus, ut plerumque fit, adducat vapores; & quos transcurrens illic offendit, alio etiam secum deferat. Halitus enim, seu subtilia corpuscula e corporibus exspirantia sursum recta ut plurimum, & quoad sensum ab aere premente attolluntur, usquedum ad eam altitudinem deveniant, in qua æqualis raritatis, & ponderis aerem offendant, factoque æquilibrio suspensa hærent; donec casu aliquo (inferius explicando) in pristinam densitatem, & liquoris statum reducta in tellurem relabantur.

COROLLARIUM VII.

158. Terrestria corpuscula, seu vapores ad diversas altitudines in atmosphæra ascendunt: pro vario scilicet atmosphæræ, ipsorumque vaporum calore, raritate, pondere, & pressione. Quo enim gravior sit premens aer, & exhalatio levior; in altiorem ascendunt locum juxta Hydrostaticæ leges. Diversa igitur erit, pro varia anni statione, calore, & aeris temperie, vaporum, ipsiusque atmosphæræ altitudo. Quin immo pro locorum diversitate diversam esse vaporum elevationem, & atmosphæræ altitudinem opus est: cum varia sit alio & alio tempore, & lo-

& loco caloris solaris, & subterranei intensitas, aeris & vaporum raritas, ac proinde elevatio. Hinc altiores ut plurimum æstate, quam hyeme nubes esse observamus, crassiores enim, & graviores sunt hyeme vapores, ex quibus conflantur nubes: humiliores igitur esse necesse est.

COROLLARIUM VIII.

159. Hinc est, quod vapores altius interdiu, quam sub noctem ascendant; quin imo qui diurno, & solari calore rarefacti sursum ascendunt, nocturno frigore correpti, & condensati in inferiorem aerem, vel in terram relabuntur, & descendunt. Locum etiam in atmosphæra identidem mutant vapores: altius modo assurgunt, inferius statim descendunt; cum varius & inconstans semper sit atmosphæræ status. Innumeros, qui intra atmosphæram visuntur, effectus, phænomena, & metheora, quorum materia, & causa sunt iidemmet vapores, & exhalationes, inferius fuse explicabimus. Interim majoris explicationis gratia duo, quæ opponi possunt, solvamus argumenta.

160. Opponi potest I. Si aer, velut immensa spongia, innumeris capillaribus tubis utrimque perforata ponitur per quos aqueos, terreos &c. halitus sursum elevet, inque capillares tubos vaporum ascensio refunditur, dubium iterum fiet aeris pondus, ex quo quamplurima phænomena, & effectus hactenus explicavimus, atque deduximus: iterumque in antiquum *Vacui horrorem*, antiquæ Philosophiæ lemurem e physica feliciter eliminatum relabimur, quo nihil pejus in veram philosophiam committere possumus. Resp. Aeris gravitatem luculentissime a Physicis demonstrari, supra vidimus; neque citra aeris pondus illa, quæ in atmosphæra visuntur, phænomena ederentur. Deinde liquorum per tubos capillares ascensio in ipsius aeris gravitatem ex parte etiam refunditur. Tandem neque liquorum in tubis amplioribus suspensio, neque eorum, qui a tubis capillaribus refugiunt, intra capaciores tubos elevatio in capillares tubos, sed in aeris crassioris pressionem referri potest.

161. Opponi potest II. Intelligi explicarique nequit, quo tandem pacto vapores, & halitus fiant rarescendo leviores. Dum enim rarescunt; corporis sinus, &

nova

nova receptacula aeris particulis replentur: ita ut soli parietes ex vaporis materia constent; at conflatum ex aere, & vapore, seu liquore, v. g. a qua, non est aere ipso levius, ut ex se patet. Non levem difficultatem attingimus. Resp. Ampliatam aquæ particulam duplici de capite fieri posse circumstanti aere leviorem: Primo, quia ejus pori, & sinus sunt majorem partem vacui: Secundo, quod si disseminata vacua non admittas, intra vaporis, seu particulæ superficies, atque parietes ætherem seu subtilem materiam introire, & admittere opus est: quæ quidem materia subtilis aut nullam in se habet gravitatem, aut, quod verosimile est, crasso aere levior existit.

162. At, si nulla sunt in aquea particula, seu vapore disseminata vacua, inquis, erit vaporis particula æque densa, atque aurum ipsum, seu materia, & corpus omnium gravissimum: est igitur vapor corpus gravissimum: neque per aerem ascendere, aut elevari potest. Hujus difficultatis solutio ex iis, quæ de gravitatis systemate diximus, petenda est. Vel igitur disseminata vacua sunt admittenda; vel iis rejectis, omnino tenendum est, non omnem materiam esse gravem: quod quidem nos de igne elementari, materia fluidissima, & subtilissima per universa corpora terrestria, & atmosphæram diffusa inferius statuemus. Quod si Neutonianus aliquis subridens contendat gravitatem, seu attractionem esse universalem proprietatem materiæ juxta Neutonianam regulam, *qualitates corporum, quæ intendi, aut remitti nequeunt, & omnibus corporibus conveniunt, in quibus experimenta capere licet, pro universalibus habendas esse*; ridentem pariter ridebis: universalem gravitatem, & allatam regulam serena fronte inficiari, eorumque probationem in calendas græcas afferendam expectare potes. Equidem *Petrus* van *Muschembroek*, Physicus præclarus, qui Neutonianam philosophandi rationem tenebat, gravitatem in luce non agnoscebat (*): hinc autem totum corruit systema: *Boerha-*

(*) *Quantumvis alio in loco non modicam a luce gravitatem provenire corporibus statuat. Elem. Physic. c. 26.*

rhave in Physica experimentali, & Medicina plane egregius, de gravitate aeris puri nimium dubitabat (*a*). Sed difficultatem in nostra sententia tollit vis electrica.

PROPOSITIO XVI.

163. *Inter cæteras vaporum, & halituum proprietates præcipua, & maximi momenti illa est, quod aerem reddant salubrem, aut insalubrem, seu salubritas, aut insalubritas aeris.*

Physicum modo maximæ utilitatis attingimus argumentum. Præcipua hic quæritur vulgaris quidem phænomeni, magni tamen momenti caussa. Regiones sunt, in quibus saluberrimus est aer: in aliis plurimarum ægritudinum existit caussa. Sunt etiam, quæ aerem indigenis sanum, advenis nocivum habent: cujusmodi sunt *Angola*, insula *D.Thomæ*, insulæ prope promontorium *viride*, *di cabo verde* nuncupatæ, & alia loca. Generatimque infinita fere est aeris, seu temperamenti in diversis regionibus, quod salubritatem, vel insalubritatem attinet, varietas. Unde ista? A puro aere, una eademque caussa, esse non potest tanta effectuum diversitas. Ex adverso in infinita illa vaporum, & exhalationum vi atque varietate, qui in aliis, & aliis regionibus diverso plane modo aerem inficiunt, in oppositis eorum naturis, proprietatibus, & fermentatione multiplici tot aeris qualitatum agnoscimus caussam.

164. Plurimæ, & familiares observationes ab omnibus passim hominibus factæ, & breviter a nobis indicandæ, propositionem evincunt. Aerem generatim admodum vaporosum, humidum imprimis, humentibus terræ tractibus & stagnantibus aquis incumbentem, fere semper experimur insalubrem. Contra vero in puriori regionis atmosphæra, si cætera aliunde sint paria, suavius semper vivimus, respiramus, agimus: liberior animus, spiritus vivacior, major fibrarum, & musculorum agilitas. Nimio illo humore lentescit vis aeris elastica, siccitate, & puritate inten-

(a) *Chemiæ P. 2. de Aere.*

tenditur: eamdemque rerum vicissitudinem humana sentiunt corpora, in aere semper immersa, circumdata, penitissime perfusa.

165. 3. Torpidus aer eidem semper telluris tractui incumbens; parumque ventis agitatus animantibus plerumque est insalubris. Vento non spirante, elevati semel vapores eo atmosphæræ tractu diuturno tempore torpent, fermentantur, non depuratur aer, difficiliorque procedit corporum exspiratio, ad animantium, vegetantiumque nutritionem, functiones, & vitam adeo necessaria. Aer iis jam corporum halitibus saturatus ulteriorem eorumdem expirationem difficilius recipit. 4. In hujusmodi locis vespertinus aer post solis occasum noxius ut plurimum, matutinus vero suavior, atque salubrior. Priori illo tempore, frigescente atmosphæra, vapores frigore addensati in tellurem paulatim relabuntur, inferioremque aerem, quem interea respiramus, nimis humidum efficiunt, atque impurum. Mane idcirco subsequente, vaporibus jam in terra lapsis, aerem respiramus puriorem.

166. 5. Præter communes hasce, & plurimas hujusmodi observationes, infinita alia suppetunt ejusdem veritatis argumenta, tristi sæpe experimento confirmata. Pauca è multis attingamus. Fumus, aut spissi sulphuris vapores momentarium est venenum. Noxias pariter experimur cupri, plumbi, carbonis terræ, aut vulgaris exhalationes in caveis, aut cameris sparsas. Subitanea sæpe morte corripiuntur homines, qui male cauti aerem hisce halitibus saturatum respirant. Notissimus omnibus est tristis ille Cornutensis pistoris casus (*de Chartres*), quem in pistoria camera accensorum illic carbonum halitus enecavit, septemque alios unum post alterum, in eamdem cameram ingressos pari violentia interfecit. Similes sæpe casus in subterraneis metallorum fodinis in clausis cameris, ubi accenduntur carbones, quin aeri pateant spiracula, in caveis etiam, & cellis, quibus vel fermentant liquores, vel magna fructuum vis asservatur, & fermentatione maturescunt, in chymicorum officinis accidere, quotidiana habemus exempla. Factum sæpe legimus, & scimus, ut repentina suffocatione morerentur homines, vix ac vaporem per foramen e vini dolio erumpentem inspirabant. Satis aliquando est, cellam cerevisiæ ingredi, in qua

magna ejus liquoris vis fermentet, neque liberum habeat spiraculum, ut illico cadant mortui.

167. Puteum sibi notum testatur *Saintignon*, cujus aqua potui quidem salubris, capacitas tamen ea vaporum malignitate scatebat, ut homines laborandi caussa illuc descendentes suffocatione morerentur: cujus quidem casus oculatum testem se fuisse tradit citatus auctor (*a*). Hujusmodi vapores in carbonum fodinis e terræ fissuris tamquam subtilissimæ aranearum telæ exhalare, & hac illac moveri videntur: vix ac lucernæ lumen attingunt, perinde ac tormenta bellica disploduntur, hominesque ad terram dejiciunt violenta morte necatos. Ad 60 aliquando, 70, aut 80 homines vel unica ejusmodi displosione moriuntur. Præsentis, aut impendentis mali indicium est languescentis candelæ lumen: remedia vero prompta luminis extinctio, fugam illico arripere, aut sese in faciem in terra distendere: imprimis vero curare, ut priusquam ad fodinæ laborem descendatur, exhalati vapores displodantur (*b*).

168. Neque respiratione tantum, sed & per innumeros animantium, vegetantiumque corporum poros & immittentia vasa innatantes in atmosphæra halitus ingrediuntur, ingressique afficiunt, excitant, debilitant, enervant intimas corporum partes, a quo tandem salubritatis, aut insalubritatis caussæ proveniunt, aut effectus. De postremis hisce vasis in Physica viventium proprius erit disserendi locus.

PROPOSITIO XVII.

169. *Atmosphæra terrestris in perpetuo semper, & perturbato insensibilium, & sensibilium partium motu tum in ejus superficie, tum intra illius massam, & profunditatem existit.*

Cum per universam telluris superficiem, & atmosphæram continua sit frigoris & caloris, raritatis & densitatis vicissitudo ob variam tempestatum, stationum, & fermentationum, solaris, terrestrisque caloris

---

(a) *Desagulliers. Cours de phys. vol. 2. pag. 126.*
(b) *Hales statique des vegetaux.*

loris perennem mutationem; necessario fiet, ut per omnem atmosphæram continuus sit vaporum, & exhalationum motus sursum deorsum in latera, & versus omnes partes: modo enim calescentibus corporibus, & rarefactis corpusculis, halitus ascendunt; frigescente statim atmosphæra, & telluris superficie, densati iterum vapores relabuntur. Hac in parte calore rarescunt vapores, & cum vaporibus aer, dum in circumpositis regionibus & aer, & vapores frigore condensantur: aer autem, & vapores condensati fluidum efficiunt gravius, quod in aeris rarioris, & levioris, minusque proinde resistentis locum inferius recta, aut obliqua elabatur, necesse est, juxta peculiares pressionis, & fluxionis corporum fluidorum leges.

170. Venti etiam hac illac secundum multiplicem directionem spirantes sursum, deorsum, versus omnia latera, vapores, atmosphæramque continue interturbant; variorum locorum, regionum, & corporum halitus secum deferunt, & permiscent. In eodem etiam loco dum aer inferior, & terrestria corpora calescunt, vaporesque sursum in atmosphæram altiorem emittunt; suprema, aut media aeris regio innatantesque illic vapores frigore densati ad inferiorem aerem alii, ad terram usque cæteri relabuntur. Alii etiam vapores, pristina densitate acquisita, tarde labentes ascendentium vaporum, in quos incurrunt, calore iterum rarefacti partim sistunt, partim in superiora regrediuntur.

Rudem fortasse hujusce rei ideam concipies, si in solarem radium in obscuram domum ingressum oculos intendas; innumeras enim illic natantes atomos hac illac versus omnes partes volitare animadvertes: licet crassiora tantummodo corpuscula aspicere possit hebes oculorum acies. Quod si supremam atmosphæræ ipsius superficiem considerare lubeat; notabilem etiam rerum, & phænomenorum vicissitudinem, & figuræ mutationem fieri necesse est.

PROPOSITIO XVIII.

171. *Licet figura atmosphæræ seu suprema illius superficies sphærica esse debeat, & haberi possit, spectata solummodo aeris, & vaporum, fluidi nimirum gravis,* na-

natura; reapse tamen versus polos est depressior, altior versus æquatorem.

Quoniam átmosphæra terrestris est corpus fluidum in telluris centrum grave; supremæ illius partes eamdem a centro habere deberent distantiam, ut fluidis omnibus commune est; & idcirco componi in sphæram: cum ea sola sit figura, cujus superficiei omnia puncta æqualiter a centro distant: unde si tellus, & atmosphæra quiesceret, nullaque exterior causa ejusmodi æquilibrium perturbaret; eam figuram procul dubio haberet atmosphæra. Nihilominus tamen tellus non est perfecte sphærica, ut alibi demonstramus; sed pressior ad polos, ad æquatorem elatior; eamdem igitur figuram aeri, seu atmosphæræ tribuendam necesse est; cum idemmet corpus & terra, & atmosphæra constituant.

172. Præterea ex aliis capitibus deducitur propositio. Terram, & aerem circa suum axem diurna vertigine moveri, adstruunt fere omnes Astronomi, nos semper supponimus: partes igitur versus æquatorem sitæ, & majori celeritate proculdubio circumvolutæ vi centrifuga majori donantur: sunt igitur aliis partibus longius ab æquatore circumactis leviores; longius igitur a telluris centro recedere necesse est; nota enim est fluidorum proprietas, quod levius à graviore sursum impellatur; aer per Zonam Torridam circumquaque terram cingens altior est, quam versus polos; ac proinde etiam atmosphæra in eamdem, aut similem componitur figuram.

Ex motu & calore solis eadem deducitur veritas. Sol extra Tropicos numquam excurrens, longe ardentius Zonam Torridam calefacit; ejus igitur Zonæ aer, & vapores magis a solari calore rarescunt, ac altius etiam ascendunt, quam per alias Mundi plagas. Deinde quo magis ad polos accedimus; eo intensius est frigus; minor proinde aeris, & vaporum raritas, majus pondus, & ascensio per atmosphæram minor.

173. Opponi possunt duo: Atmosphæra terrestris est immensa quædam massa fluida, terram undique circumcingens, & in ejus centrum gravis: ergo circa hujusmodi centrum componi debet in sphæram. Sicubi ob aliquam ex allatis causis amplius aer, seu fluidum elevatur; in laterales illico partes, ubi depres-

sior

ſior eſt, effluere debet juxta legem omnibus fluidis peculiarem: tandem igitur ſuprema aeris ſuperficies in ſphæram componetur. Reſp. Ex argumento ſequi ſolummodo, aerem in ſuprema ejus ſuperficie ab æquatore verſus polos perenniter effluere, & dilabi; unde ſi alius ſemper in dilabentis locum non ſuccederet aer; teneret argumentum. Cum tamen cauſæ modo adductæ ſemper exiſtant; eumdemmet effectum ſemper efficiunt: perenniter quidem a torrida verſus Zonas temperatas effluet aer; in affluentis tamen locum etiam perenniter elevabitur, & prædictam atmoſphæræ figuram conſervabit.

174. Opponi 2. poteſt. Hydrargirum in barometris ad majorem altitudinem ſuſtinetur in regionibus polo proximioribus, quam prope æquatorem, ut ex obſervationibus *Richer*, & aliorum, quas alibi retulimus, plane conſtat: gravior igitur eſt verſus polos, quam in Zona Torrida atmoſphæra, & major aeris maſſa: erit igitur verſus polos altior, verſus æquatorem depreſſior atmoſphæra. Reſp. Minor aeris gravitas ad æquatorem, quam verſus polos majorem, aut minorem elevationem atmoſphæræ non probat; ſed ex eo naſcitur, quia vapores in regionibus extra Zonam Torridam ſitis ſunt craſſiores, & magis denſi, quam in Torrida ipſa: licet igitur aer ſit in his regionibus depreſſior, majus tamen habet pondus. Adde, aerem circa æquatorem eſſe a Telluris centro remotiorem, quam juxta polos; alibi enim docuimus, eo minorem eſſe corporum gravitatem, quo magis a centro removeantur.

COROLLARIUM.

175. Ille aeris tractus, cui ſol perpendicularis incumbit, ob majorem, quem à ſole recipit, calorem, & ortam ex calore raritatem, & levitatem, ſupra lateralem aerem attollitur, & vaſtum ſupra aerem efficit cumulum: cum autem Sol 24. horarum ſpatio revolutionem ſuam conficiat, aliique ſemper, & alii aeri, & regioni perpendicularis reſpondeat; inde fiet, inſignem aeris cumulum in Zona Torrida perpetuo ſolem comitari ab ortu in occaſum, non quia aer cum ſole deferatur, ſed quia alius & alius attollitur cumulus. Alias ſubinde ſupra aerem in ſuprema atmoſ-

phæræ superficie mutationes perpetuò evenire credimus; hic enim calore aliquo rarefactus, & elevatus, velut in montem assurgit, illic frigoris causa condensatus, & gravior in vallem deprimitur: hæc tamen sensibilem illam sphæræ figuram parum turbant, ut de terrenis montibus, & vallibus, majorique ejusdem terræ in æquatore elevatione diximus, & demonstravimus.

ATMOSPHÆRÆ ALTITUDO.

176. Si eadem esset aeris inferioris, & superioris a telluris superficie ad supremum usque atmosphæræ densitas, & pondus; facillime illius altitudo eliceretur; hydrargiri enim in tubo torricelliano, aut barometro ad montis insignis, & notæ altitudinis radices, & supra summitatem observata diligenter suspensione, atque altitudine, ad quam suspensus hæret; altitudinum etiam differentiam dignoscimus; unde per regulam auream tota aeris altitudo sequenti analogia eruitur. Quoniam 2. digitos v. g. altitudinum differentiam, columna aeris datæ montis altitudini æqualis, sustinet; ad 28 digitos sustinendos quota aeris altitudo opus est?

177. Verum, ut superius jam probavimus, non eadem est aeris in diversis altitudinibus gravitas: eo minus est pondus quo minor est compressio, seu major elevatio. Neque certum est, qua proportione hujusmodi aeris gravitas, & pressio decrescat, ut inde institui possit calculus. Inferioris aeris pondus data opera, & periculo pluribus in montibus, atque vallibus diligentissime facto, sæpius explorarunt *Cassinus*, *De la-Hyre*, *Picart*, *Bouguer*, & plures alii: neque tamen eorum calculi exacte sibi respondent: quod nequaquam mirandum; cum in delicatissimo negotio, quod a pluribus causis physicis nondum satis notis pendet, facillimum sit a vero deflectere. Juxta *Cassini* observationes 12 hexapedis altitudinis aeris linea hydrargiri respondet: *Phylippus De la-Hire* 10 solum hexapedas cum 5 pedibus observatione comperit.

178. Hoc postremum cum aeris gravitate supra a nobis stabilita melius cohæret. Hujusce indagationis difficultas vel ex eo dignosci potest, quod unius lineæ de-

descensio difficilime in barometro exacte omnino discerni, & observari possit. Licet vero aer aeri incumbens, illumque premens, & ad majorem densitatem redigens in causa sit, ut ab atmosphæræ summo ad terram usque aeris densitas, & gravitas gradatim crescat, quod est rationi, & experientiæ consonum; nihilominus aeri intra unius milliarii extensionem in altitudinem existenti citra sensibilem errorem prædicta gravitas attribui potest, ut *Cassiani*, *Maraldi*, *De-Chazelles* observationibus edocemur (*a*).

179. Hac igitur methodo exacte numquam habebitur atmosphæræ altitudo. Potest tamen insignium montium, civitatum, regionum supra maris libellam elevatio satis accurate dignosci. Duobus enim barometris similibus eodem tempore supra montem, aut intra civitatem, & ad maris littora, vel loco alio, cujus elevatio supra maris superficiem sit nota, liquoris altitudines, earumque discrimina observentur: computatisque ad singulas elevationis lineas 10. hexapedis & addito insuper ad primam lineam, seu 10. hexapedas pede uno, duobus pedibus ad secundam, tribus ad tertiam &c. nullo negotio montis altitudo elicitur.

180. Alia methodo rem eamdem aggressi sunt Astronomi, ope scilicet refractionis, quam radii solares terrestrem atmosphæram ingredientes patiuntur; crepusculumque matutinum, & vespertinum efficiunt. Posito enim infra horizontem A B (*Fig.* 12) sole S, ejus radii S C atmosphæram ingressi ex variis, quas offendunt, atomis C F versus spectatorem E refringuntur, & reflectuntur. Hujusmodi refractione fit ut sol S infra horizontem adhuc existens in puncto G supra horizontem appareat. Illius igitur ope ad atmosphæræ altitudinem cognoscendam Trigonometrico calculo pertingere contendunt: eum tamen prætermittimus; quia incertis aliquibus nititur principiis.

181. Hac tamen ratione, quam *Dela-Hyre*, & *Halley* (*b*) potissimum coluerunt, atmosphæræ altitudinem ea, qua fieri potuit, industria ad 15, aut 16

(a) *Mem. de l' Acad.* 1703. *a pag.* 229.
(b) *Mem. de l' Acad.* 1713. *pag.* 54.

leucas ſtatuerunt. In id fere omnes conveniunt, atmoſphæram pluſquam 6 leucas in altitudinem extendi, ad 15 aut 20 pertingere. *Alazen*, & *Vitellio* (quibus fere conſentiunt *Clavius*, *Ticho*, *Longomontanus*, & *Cabæus*) milliaria Italica 51 atmoſphæræ tribuunt (a): *Mariotte*, *Caſſinus*, *Picardus*, *Scheuchzerus* 20 leucas, aut 25; *VVolfius* denique 40 milliaria Italica: verum ipſe etiam *Caſſini*, & *Mairan* altitudinem atmoſphæræ ad 200, vel 300 leucas, & forſitan longe amplius extenſam poſuere. Is eſſe videtur horum academicorum ſenſus, ut craſſiores vapores, & ſenſibiles halitus ad 20 leucarum altitudinem attingant, ad aliam vero 200 milliariorum aliquando eleventur halitus ſubtiliores. Mea opinione atmoſphæræ altitudo, ad quam terreſtres vapores, & exhalationes copioſe aſcendunt, ad 20 leucas præter propter ſtatui poteſt. Senſibilia phœnomena his temporibus obſervata ſunt ad eam altitudinem elevata. Altius adhuc ſubtiliores halitus elevantur: nubes tamen ultra duo, aut tria milliaria vix umquam aſcendunt.

ATMOSPHÆRÆ MUNERA.

182. Innumera pene ſunt, quæ terreſtris atmoſphæræ ope ab authore naturæ Deo accepta referimus beneficia. Sapienti ſcilicet conſilio magnam gravis aeris maſſam telluri circumpoſuit Deus, ut plurima inde in hominum vitam derivarentur commoda. Et primo quidem ſublata atmoſphæra, omnis Zona torrida eſſet penitus inhabitabilis. Ardentiſſimis enim ſolis radiis ſemper ſubjecta, nulliſque vaporibus, ventis, aut pluviis temperata in magnos hiatus dehiſcens tellus, ardentiſſimo æſtu conflagraret; at terreſtris atmoſphæræ beneficio temperatiſſimo Cælo perfruuntur quamplurimi earum regionum incolæ: hic enim pluviis, ventis, nubibus; nebulis alibi irrigatur tellus, Cælum obducitur, refrigeratur aer, & ardentiſſimo caloris æſtu mitigato mirabilis enaſcitur temperies.

183. Sub-

(a) *Vide Ricciol. Almag. l. 1. c. 31.*

183. Sublata etiam atmosphæra, nulla essent matutina aut vespertina crepuscula, ut jam in Astronomia Physica demonstravimus, quo Lectorem remittimus, ne illic exposita in hunc locum transcribamus. Quin etiam atmosphæræ acceptum referre debemus, quod per immensum oceanum innumeris periculis superatis hinc ad remotissima orbis littora transfretemus; nullus sit in tellure angulus, ad quem navigia appellere non possint, pluresque hominum nationes in unam velut familiam mutui commercii caussa uniantur, & non levia inde lucra homines reportent: atmosphæra enim sublata, nulli essent venti, necessarium navigationis subsidium.

184. Mirabilis etiam illa temporum, & stationum diversis in locis, immo & in eadem regione varietas, diversaque climatum temperies magnam partem atmosphæræ debentur. Agrorum fertilitas ab eodem etiam principio derivatur: ecquam enim in terris fertilitatem experirentur agricolæ, nisi copiosi de Cælo imbres, rores, nives, aura serotina, & plurima alia, quæ statim explicabimus, metheora terram identidem fæcundarent, & colonorum spem alerent. Quid quod a plurimis etiam infirmitatibus ambientis aeris, seu atmosphæræ beneficio liberamur, firmam valetudinem servamus incolumes; prudentique medicorum fere omnium consilio pluribus subinde ægrotis ad recuperandum sanitatem remedium injungitur, quod solum vertant, saniorem quærant aerem, patriam revisant.

185. Concipe parumper sublatum e medio aerem, & consequenter atmosphæram: nulli amplius essent corporum odores, non sonus, respiratio, vita. Quænam a ventis non accipimus beneficia! Ii vero sunt atmosphæræ munera. Omnium vegetantium, & animantium nutritio ab atmosphæra etiam derivatur: Uno verbo, nisi esset atmosphæra, tellus nostra horridus esset, atque inhabitabilis planeta a præsenti rerum statu toto cælo alienus. Atque mirabilia hæc atmosphæræ munia, & beneficia argumentum id existunt, quod fuse prosequimur integro sequenti tractatu.

DE

DE METHEORIS,

SEU

DE IIS, QUÆ IN ATMOSPHÆRA TERRESTRI VISUNTUR.

PHÆNOMENIS.

186. Pulcherrimum, & jucundissimum particularis Physicæ tractatum, Μεθεωρῶν scilicet Græce, sublimium latine phænomenorum, seu effectuum discussionem aggredimur; in qua & jucunda, & utilia, & scitu necessaria occurrent plurima. *Metheora* aut vera sunt, aut solum apparentia; posteriora hæc sunt *Iris*, *Parhelia*, *Halones*, & alia inferius exponenda: primi generis phænomena sublimia in triplici sunt differentia; vel enim sunt *aerea*, vel *ignea*, vel *aquea*. Cum autem hæc omnia intra terrestrem atmosphæram existant phænomena; ea hoc loco explicare, postquam Aeris, & terrestris atmosphæræ naturam exposuimus, rerum ipsarum ordo videtur postulare.

LECTIO V.

De Ventorum Natura, nomine, numero, Historia, causis, directione, motu, & qualitatibus.

DEFINITIO.

187. V*Entus est aeris de loco in locum translatio sensibilis*. Id & nomine significamus, & facile experitur quisquis vento agitatur. Ut ventorum directiones, numerum, & id genus alia dignoscere possis; te ipsum in telluris superficie, & in horizontis centro locatum finge, omnemque horizontis circumferentiam circumspecta in 360 gradus divisam.

DE-

DEFINITIO.

188. Ventorum directio multiplex : alii enim, & potissimum, ab uno ad aliud horizontis punctum, puta a Septentrione ad austrum v.g. diriguntur, & horizontales nuncupantur, de quibus præcipue sermo est: alii a tellure sursum erumpunt, & spirant perpendiculares ad horizontem; alii item oblique : alii denique ab aere deorsum recta, vel oblique spirant; rariores tamen sunt. Horizontales ventos prosequamur.

DEFINITIO

189. Totidem numerari possunt venti, quot in horizonte sunt diversa puncta : ne tamen multitudine obruamur quatuor primum distinguimus: *Cardinales* nuncupamus, propterea quod e 4 præcipuis horizontis plagis *Septentrione*, *Meridie*, *Oriente*, *Occidente* spirant : & barbaris quidem vocabulis in toto oceano inter occidentalis Europæ nationes usitatis appellantur *Nord*, *Sud*, *Est*, *Ovest*. Per quadrantem integrum singuli a se invicem distant, & horizontem in quatuor æquales partes dividunt. Latina ventorum nomina, & Germanica alia, seu barbara e regione posita, quibus nautæ potissimum in oceano utuntur, in subjecto Schemate habes : ordine autem ab *Oriente Est* versus *Austrum Sud* progrediuntur (*).

CAR-

(*) *Desunt tamen plurima nomina latina, imo & aliqua a nobis adhibita non satis nostræ ventorum divisioni respondent : propterea quod Romanorum tempore, & pauciores ventos distinguebant, & aliam eorum divisionem statuebant, ut videre est apud A. Gellium l. 2. c. 62.*

CARDINALES, ET COLLATERALES: NOMINA.

Sexdecim alios intermedios Ventos vide in Figura 13.

Latina.	*Germanica.*	OCTO INTERMEDII PRÆCIPUI
Subſolanus	Eſt	
Eurus	Sud-eſt	
Notus, ſeu Auſter	Sud	
Africus	Sud-oveſt	Eſt-ſud-eſt
Zephyrus	Oveſt	Sud-ſud-eſt
Caurus, ſeu Corus	Nord-oveſt	Sud-ſud-oveſt
Boreas	Nord	Oveſt-ſud-oveſt
Cæcias	Nord-eſt	Oveſt-nord-oveſt
		Nord-nord-oveſt
		Nord-nord-eſt
		Eſt-nord-eſt

In mari Mediterraneo alia nomina iiſdem Ventis tribuuntur, quorum initiales litteras demonſtrat figura.

T. Tramontana	Nord.	G. T. Greco-tramotana
L. Levante	Eſt.	G. L. Greco-levante
O. Oſtro	Sud.	S. L. Sirocco-levante
P. Ponente	Oveſt.	S. O. Sirocco-oſtro
G. Greco	Nord eſt.	L. O. Garbino-oſtro
S. Sirocco	Sud eſt.	L. P. Garbino-ponente
L. Garbino	Sud oveſt.	M. P. Maeſtro-ponente
M. Maeſtro	Nord oveſt.	M. T. Maeſtro-tramont.

(*Fig.* 14.)

DEFINITIO.

190. Horizontales Ventos *Strabo* ſtatuebat 6; 10 *Ariſtoteles*, *Varro* 12, Vitruvius, *Kircherus*, & poſt eum omnes Europæ nationes 32 (*a*). Primi quatuor, &

(a) *Almages. l. 2. part. 6.*

& præcipui *Cardinales*, quatuor alii, etiam præcipui *Collaterales* appellantur, propterea quod inter *Cardinales* pari a singulis distantia constituuntur; desumptoque ab iis, inter quos existunt, vocabulo nuncupantur *Nord-est*, *Nord-ovest*, *Sud-est*, *Sud-ovest*. Octo, qui sequuntur, venti inter cardinalem, & collateralem interpositi, ab eorum, quibus adstant, nominibus peculiare, & barbarum vocabulum derivant: dicimus *Nord-nord-est*, qui inter *Nord-est* & *Nord* intercipitur. Sexdecim tandem arcubus inter sexdecim recensitos ventos æqualiter divisis, sexdecim alii enascuntur, ut in Rosa Nautica videre est; eorum nomina maxime barbara ex nomine venti cardinalis, & collateralis addita voce *quart* componuntur, v.g. *Nord-quart-de nord-est* eum dicimus ventum, qui ex *Nord* ad *Nord-est* progredienti primum occurrit.

DEFINITIO.

191. Venti *perennes* sunt ii, qui in aliqua regione ab eadem plaga semper spirant: cujusmodi est ventus in Zona torrida ab oriente semper in occidentem directus. *Venti Periodici* ii nuncupantur, qui certa temporis statione in aliquo loco a certa plaga stato dierum aut mensium numero spirant, quo elapso penitus cessant, quoad anno, aut periodo revoluta, stato iterum tempore ab eadem plaga excitentur. Horum celeberrimi sunt *Etesiæ* in mari Jonio, Græciæ littora alluente, quæ a Caniculæ initio per 40 dies tribus horis ab ortu solis numeratis solummodo agunt.

192. Venti *Generales* sunt, qui per magnum plurimarum Provinciarum, regionum, aut regnorum numerum ab eadem cæli plaga spirant. *Provinciales*, qui in certo solum regno, aut Provincia regnant. *Regulares* sunt, qui certo tempore, & directione efflant. *Irregulares*, seu *liberi*, qui plagam, aut tempus non servant, sed & directionem subinde mutant, & incerto tempore durant.

193. Quod ad ventorum historiam spectat, neque omnia, neque nulla attingenda: neutrum enim præscripta operis ratio, & limites paterentur. Qui exactam, & amænam ventorum historiam scire velit, adeat

adeat *Varenium* (a) & *Dampierium* (b), e quibus selectiora transcripsit *Muschenbrock* (c) & *Buffon* (d). Ex his, & aliis præcipue autem ex Lusitanorum nautarum diariis, relationibus; & experimentis pauca accipe. *Primo*, in Zona Torrida ventus ab oriente in occidentem perpetuo spirat, atque ad 30 latitudinis gradus extenditur, & hinc difficilius ab Europa in Indiam orientalem, quam ab India in Europam navigatur. *Secundo*, alii etiam inter tropicos perennes sentiuntur venti *Nord-est*, *Sud-est*: seu potius venti illi perennes in Zona torrida a sectione orientali horizontis, & tropicorum in occidentem agunt: & potissimum observantur in mari atlantico. *Tertio*, extra tropicos, a gradu scilicet latitudinis 23 ad 40 usque, ventum ab occidente spirantem fere semper experiuntur nautæ. Unde qui e Brasilia, Nova Hispania, aliisve Americæ regionibus australibus in Europam solvunt, extra tropicos se subducunt, ut facilius in Europam appellant.

194. *Quarto*: Celebres sunt in India, & Arabia venti periodici, quos *Moussons* Galli, & Batavi, *Moncoens* Lusitani appellant: hyberno tempore ab una; æstivo ab altera opposita plaga efflant; primo scilicet a punctis inter Boream, & Eurum, seu *Nord*, & *Est*; secundo a punctis inter *Sud*, & *Ovest*, seu Meridiem, & Zephyrum spirant. Quinto per universa Peruani imperii littora, 700 & amplius leucas protensa, ab austro tantummodo spirat ventus toto anno. Sexto per omnem Europam sunt venti maxime variabiles, & incerti. Septimo in oceano, seu freto inter Sinam & Japponiam sito frequentissimi sunt *Typhones*. A parva nubecula, quæ sensim, & brevissime augetur, & totum occupat horizontem, incipiunt, & sursum deorsum hac illac versus omnem plagam, & turbine etiam facto, simul diriguntur.

Octavo: Ad *Bonæ spei* etiam promontorium ejusdem fere generis typhones experiuntur Nautæ. Nono tan-

(a) *In Geographia*.
(b) *Traité des vents*.
(c) *Elem. Physicæ cap.* 41.
(d) *Buffon histoire naturelle tome* 1.

tandem celeberrimæ sunt apud Græcos *Etesiæ*, periodici, & provinciales venti, quos supra retulimus. His animadversis, & per summa capita indicatis, ad alia descendamus.

PROPOSITIO XIX.

195. *Causa ventorum Generalium in Zona Torrida spirantium non est telluris vertigo, ut aliqui sibi persuasum habuerunt.*

Si a telluris vertigine esset ille ventus; in omnibus regionibus, & Zonis ab ortu in occasum spiraret, ac proinde non esset torridæ Zonæ peculiare phænomenum. Cum enim omnis terra in præfata hypothesi circa suum axem in Orientem revolvatur; per omnem telluris superficiem ventus contraria directione spiraret.

II. In hypothesi terræ motæ etiam aer, & tota atmosphæra eodem temporis spatio una cum tellure circumvolvitur: nullus igitur ab eo motu ventus orietur: ad eum modum, quo vector intra navim una cum aere delatus nullum ab aere secum delato ventum experitur.

III. Ejusmodi ventus 10 tantum pedes singulis minutis secundis percurrit: contra vero tellus, seu locus sub æquatore diurna vertigine latus 1423 pedes eodem tempore conficit. Enormis hæc celeritas supradicto vento competeret, si ab ea causa proveniret.

PROPOSITIO XX.

196. *Venti generatim omnes ex rupto aeris æquilibrio gignuntur: id vero æquilibrium rumpendi multiplex existit caussa: præcipue sunt calor, frigus, ponderis, aut elasticitatis mutationes, fermentationes aereæ, electricismus naturalis.*

In ventis distingui semper debent excitatio, directio, vires, velocitas, qualitates. Primum modo quærimus: seu quænam caussa impellat aerem, ut ab uno loco irruat in alium? Cætera omnia ventorum phænomena, seu affectiones ex caussæ modo, & viribus profluunt, atque circumstantium locorum dispositione. Si ergo illud caput, totius rei cardinem genera-

ralem ventorum caussam inveniamus, & explicemus; magna non erit in reliquis expediendis difficultas. Cum in re præsenti nihil hactenus legerim, quod humanæ menti faciat satis; promittamne ego ex me aliquid melius? Quid mihi saltem post diuturnam argumenti meditationem, & cum naturalibus causis, earumque legibus collationem in mentem venerit, ita in medium produco, & mihi probo, ut lectoribus tamen tenendum relinquam, aut rejiciendum.

197. Ventus, quicumque tandem ille sit, est physica translatio aeris: hoc est, liquidi corporis fluxio, diuturnior, aut brevior, perennis, aut interrupta, uniformis, aut inconstans. Est igitur fluidum in simile fluidum irruens, illudque ante se e loco pellens, & pone fluendo insequens: aut etiam aereum flumen aliis sane legibus, atque aqueum fluens. Hujusmodi fluxio fit semper in pleno, in atmosphæra aerea. Aer fluit per aerem, & in aerem fluit, ab aere, seu virtute aliqua cietur. Rursus in hujusmodi fluxione distinguenda sunt fluendi principium, continuatio, finis, seu extinctio. Quodnam fluendi principium & caussa? Tota atmosphæra ex indole fluidi gravis in terræ centrum ponderantis, esse deberet fluidum stagnans, in sphæram compositum, servato inter ejus partes æquilibrio. Aereum mare stagnans tibi considera, quo una cum tellure immersi circumdamur. In aquarum oceano, qui stagnans deberet esse fluidum, varii excitantur semper, & peraguntur motus: sicut vero in mari sunt fluctus, fluxus, refluxus, vortices, contrarii torrentes, multiplicesque alii aquarum motus, & translationes: in aereo etiam mari multiplices etiam peraguntur motus, & aeris translationes a marinis non dissimiles, quas nuncupamus *ventos*.

198. Si atmosphæra, ut mare interim omittamus, stagnans semper esset fluidum, illiusque partes æquilibrium inter se servarent; nullus sequeretur earum in alias motus, seu ventus. Ea enim est vis æquilibrii in corporibus universis in sese mutuo agere conantibus, ut æque mutuo impediantur, & in quiete conserventur. Omnis igitur ventus est rupti æquilibri partium aeris consequentia: seu æquilibrii ruptio inter diversos atmosphæræ tractus necessarium est ventorum principium: tamdiuque durabit ventus, quam-

quamdiu ruptum servabitur æquilibrium. Illæ præterea caussæ, ex quibus ejusmodi æquilibrium rumpitur, ultimæ haberi debent physicæ ventorum caussæ. Quænam principia dictum æquilibrium rumpant, & totius rei modum ex notis caussis, viribus, & legibus physicis deducamus.

199. Singuli atmosphæræ tractus sibi ordine contigui, se se mutuo ex fluidorum gravium indole, & elasticitate undequaque premant (*a*); tamdiu erunt inter se immobiles, quamdiu duæ illæ vires, pondus, & elaterium sint æquales. Si igitur in duobus atmosphæræ tractibus non admodum a se se dissitis harum virium inæqualitas inducatur; ab uno in alium irruet aer, & spirabit ventus. His vero rationibus inæqualitas illa producetur, si inæqualiter augeantur, aut minuantur in utroque loco; si in provincia una crescat, aut decrescat, dum interim in alia manent constantes: si in alia intendantur, dum in alia remittunt. Atque in singulis hisce combinationibus multiplex esse potest graduum discrimen. Similiter inæqualitas illa elasticitatis, quæ in re præsenti præcipuum caput est, brevior, aut diuturnior, constans, aut varia esse potest: prout caussa elasticitatem augens aut minuens, aut conservans brevior, diuturnior, constans, aut variabilis extiterit.

200. Jam vero 1. aeris elasticitas frigore semper intenditur: calore etiam augetur, si eadem maneat illius densitas, aut minus hæc decrescat, quam ille augeatur. 2. Calore tamen ita ut plurimum rarescit aer, ut illius elaterium minuatur. 3. Infiniti etiam sunt diversorum corporum halitus; puta sulphuris, aliorumque plurimorum, qui cum aere permixti ejus elasticitatem destruunt, aut admodum imminuunt. Rem explicavimus in superioribus, & experimentis demonstravit *Stephanus Hales* (*b*). 4. Diversorum etiam corporum, seu substantiarum fermentationibus aerem sæpe produci, multoties etiam absorberi, seu ejus elaterium modo infringi, modo intendi, res jam est in physica certa. In atmosphæra proculdubio infini-

(a) *Hydrostaticæ lect.* 14. *Phys. vol.*2. *lectione* 18.
(b) *loco superius citato*.

finitæ quotidie fiunt hujus naturæ fermentationes: Quid enim hujusmodi in immenso illo promptuario tot subtilissimorum spirituum, seu substantiarum inter sese permixtarum, & in sese semper agentium non fiet? Res censeri deberet prodigio similis, si hæc aliquando interrumperetur fermentandi vicissitudo.

201. Hasce omnes aerei æquilibrii rumpendi caussas in atmosphæra existere, infinitis modis inter se combinari, ex iisque naturale inter diversos aeris tractus æquilibrium rumpi, res est plane certa. Si in iis ergo *existentibus* caussis præterea demonstrem *sufficientem* omnium ventorum *rationem*; ab iisque facile deducantur, & explicentur universa ventorum phænomena, vires, directiones, periodi; tum vero plane constabit propositio. Hæc cum dico, vim etiam electricam intelligo inter ventorum caussas a nobis assertam. De illa statim sermo erit. Ordine rem totam evolvamus.

202. I. In diversis partibus vastissimi atmosphæræ tractus continuas fere esse caloris, frigoris, densitatis, raritatis, ponderis, elasticitatis vicissitudines: multiplicique ratione alternas hasce vicissitudines, aeris status, & qualitates inter se combinari, & secundum intensionem, locum, durationis tempus variari communis est observatio.

203. II. Si igitur vastam aliquam provinciam, & atmosphæram, velut aereum mare elasticum, illi incumbentem consideres: Italiam v. gr. ejusque atmosphæram ab alpibus ad extremam usque Calabriam protensam, & maribus undique fere circumdatam mente concipias: relatas qualitatum, & rupti æquilibrii aeris vicissitudines animadvertes.

204. III. Aeris densitate in aliquo atmosphæræ tractu v. gr. ad alpes ob majus frigus, aut pondus aucta; major etiam illic intendetur ejus elasticitas. In adjacentes igitur regiones, Italiæ provincias, ubi incumbens aer est rarior, minus elasticus, minusque idcirco resistens, irruet, & perenniter fluet: quamdiu ruptum non reparetur æquilibrium.

205. IV. Familiare totius rei exemplum ad caminos, & ad ignem illic accensum assidentes habemus. A tergo semper experimur ventum, seu aerem versus caminum fluentem. Necessariam id esse scimus rupti æquilibrii consequentiam. Calidior in camino est

est aer; rarior, minus elasticus, minus resistens: frigidior ex adverso, densior magis elasticus est qui a tergo existit in aperta, & libera camera. Continua hinc & perennis versus caminum posterioris aeris irruptio, fluxio, ventus: Quo quidem in exemplo sequentia facile vides: 1. rupti æquilibrii caussas: 2. ex rupto æquilibrio sequi semper ventum. 3. tamdiu hunc fluere, quamdiu illud non reparetur: 4. fluentis aeris vim, & velocitatem semper esse in rupti æquilibrii, seu inæqualitatis virium ratione: 5. si alterne rumpatur, & re reparetur æquilibrium; alterna etiam fiet spirantis, & cessantis venti vicissitudo: 6. Sæpe etiam aerem e camino superne effluentem, & iterum frigescentem circulatione facta versus cameram, & caminum fluere accidet: 7. Si aeris in camino existentis elasticitas tota destrueretur; circumstans aer toto atmosphæræ pondere, seu vi elastica in caminum flueret.

206. 8. Aer in postrema hac hypothesi in vacuum fluens 1305. pedes in uno minuto secundo præter propter conficeret. Eam esse aeris in vacuum fluentis velocitatem observatione, & calculo deduxit *Papin* (a): velocius igitur flueret, quam propagetur sonus. Secundum observationes Londini factas maxima ventorum velocitas est 66. pedum in singulis minutis secundis. Ex observationibus Lutetiæ Parisiorum habitis ad 32. tantum pedes ascendere existimatur (b). Quamcumque statuas veram; velocitas aeris in vacuum ad maximam velocitatem major est, quam 19. ad 1. Vacuum quidem in atmosphæra non existit perfectum: aeris tamen raritate aliquo in tractu aucta, aut elasticitate diminuta, imperfectum quoddam inducitur vacuum, seu tale virium discrimen, quale esse conspicitur inter spatium elastico aere plenum, & spatium imperfecte vacuum. Cum hæc inæqualitas virium agendi ex una parte, resistendi ex alia, a summa quidem illa inter vacuum, & plenum differentia admodum distans, per infinitos fere gradus

(a) *Transact. Philos. in comp. redactæ vol. 1. pag. 586. Hales statique des vegetaux append. exp. 3.*
(b) *Saintignon Cours de philos. tom. 5. pag. 180.*

dus possit augeri, atque minui; aeris fluxio a majori densitate, & elaterio in minorem resistentiæ tractum facta a celeritate illa pedum 1305. erit quidem longissime remota, satis tamen superque erit ad summam quamcumque ventorum celeritatem hucusque notam producendum, & effectus quoscumque agendos.

207. Quæ hucusque dixi, ex quotidianis constant experimentis, observationibus communibus, materialium caussarum viribus, & theoria. Si hæc arte nostra peraguntur, quid non natura? Quot & quanti in telluris superficie, & atmosphæra naturales camini, aut tales rerum positiones, quæ observata illa circa caminos phænomena edant, & longe plura possint, atque majora? Plus sæpissime calescit in una, quam in vicina regione aer: phænomena habes observatis ad caminum similia. E vicina igitur provincia frigidiori fluet in primam ex rupto æquilibrio aer: en ventum ex sua causa productum. Durat illa caloris inæqualitas per aliquot dies? ad quaſdam diei horas intenditur, minuitur, interrumpitur, instauratur? Exigua est aut magna inæqualitas illa virium, seu frigoris & caloris æquilibrium tandem restituitur? Quid hisce vero usitatius? Habes igitur in quotidianis hisce vicissitudinibus ventum perennem, auctum, imminutum, intermittentem, instauratum, vehementem, aut tenuem, & tranquillum tandem aerem. Aer ille a frigidiori tractu fluens in calidiori vicissim calescit, vires amittit, rarescit, sursum pellitur, in altiori regione aeris iterum addensatus in primum, unde fluxerat, tractum regreditur, ut iterum refluat? En circulantem ventum, veluti in camino sæpe aerem, & aereum vorticem, qui a multiplici locorum dispositione produci potest.

208. Alterne sæpe in iis provinciis, aut aeris tractibus mutatur pondus, frigus, elasticitas: en igitur ventum priori directa, aut obliqua oppositum. Sæpissime fit, ut frigus aliqua in parte intendatur, quin in vicina regione crescat calor. Perinde tamen id est ad æquilibrium rumpendum, & ventos producendos. Fieri etiam potest, & quotidie eveniet, ut ex provincia, seu tractu aeris minus elastico in magis elasticum spiret ventus. Id cum fiet, ventus ex tertio aliquo atmosphæræ tractu magis, duobus reliquis, ela-

elastico per secundum in tertium spiret opus est.

209. Si quæ dixi, & electricæ etiam materiæ indolem, vires, vicissitudines, agendi rationem, uno verbo, electricitatem *artificialem*, & *naturalem* fuse a nobis inferius disserendas tecum penitius mediteris; ex iis caussis sponte veluti fluere animadvertes mirabilia alioquin ventorum phænomena, vires, vicissitudines. Nisi ego me nimium amo, & mihi illudo, nihil in metheoris hisce video, quod ex prædictarum caussarum genio, statu, & combinatione, necessitate quadam non consequatur. Dabimus statim rei totius specimen.

210. Naturalem electricitatem ventorum etiam caussam existere, aliasque juvare caussas, non levibus conjecturis mihi persuadeo. Hujusmodi sunt vis ipsiusmet vaporis electrici, & electricorum phænomenorum indoles: ipsa scilicet materia ab uno in aliud corpus, aut locum fluens flatum per se se efficit; tenuissimum quidem, dum illa etiam est valde debilis, qualem arte excitamus; intensissima igitur illa naturalis electricitas in atmosphæra, & globo telluris existens, & inibi sæpissime excitata, viribusque suis fulmina, tonitrus, terræmotus, & hujusmodi alia phænomena edens, ventum infinite fere vehementiorem, hoc est, eos ventos, quos in atmosphæra experimur, efficere poterit.

211. 2. Materia electrica aeri magnopere resistit, eumque propellit, cum ipsa excitatur, & in corpore, locove aliquo accumulatur; citissime etiam ab uno ad alium locum movetur, & si per aerem sibi viam faciat, illum protrudit: at immensam pene vaporis electrici vim in atmosphæra, & globo esse, plurimis de caussis inibi alterari, accumulari, ab uno ad alium locum transvolare, a tellure ad aerem, & vicissim omni plane directionum genere transfluere, atque explodi, res sunt de quibus dubitare amplius non permittunt numerosa experimenta circa rem electricam inferius a nobis exponenda. Ex iis præter innumera alia illud consequitur ad rem nostram faciens aerem multiplici ratione, viribus, atque directione ab electrica materia agitari, protrudi, & moveri; quod ipsum est, ventos efficere.

212. 3. Cum vix ullum in atmosphæra sit metheoron, in quod electricitas non influat, ut ex toto

hoc tractatu palam fiet; aliaque ex parte ventorum proprietates electricæ materiæ genio sint plane conformes, iique generentur, ubi præsens semper est vis electrica, ubi densissima existit, & sæpissime alteratur; in eam etiam, tamquam in caussæ partem referenda sunt mirabilia ventorum phænomena. Sed postremum hoc ventorum principium tum plane intelligetur, cum omnia de electricis viribus inferius dicenda rite perpendantur. Unum interim referre sufficiet in assertæ caussæ confirmationem. Malacia illa, procellosas tempestates in mari ut plurimum præcedens, cessat, cum materia electrica agere, & diffundi in atmosphæra incipit: tum vero malaciæ succedit ventus, eo semper magis impetuosus, quo copiosior, seu vividior excitetur electricitas. (*a*)

§. I.

Præcipua Ventorum phænomena ex allatis caussis explicata.

213. Non melius expositas confirmabimus caussas, quarum existentia in atmosphæra est indubia, quam si ex iis sponte consequi appareat definitos superius ventos, & singulares eorum proprietates. Et primo quidem ventorum directio a positione tractuum atmosphæræ pendet, inter quos ruptum est æquilibrium. Illæ positiones esse possunt secundum horizontis planum in omnes cæli plagas, vel etiam sursum, aut deorsum, recta, aut obliqua. Situs montium, unde originem sæpe habent venti, determinat eorum directionem. Ventos enim e tellure etiam gigni, & spirare, compertum est, & explicatarum caussarum fert conditio. Ab alto alios terram veluti ingruere, vulgare est experimentum. Communiores sunt, aut esse nobis videntur horizontales venti; propterea quod eos tantum animadvertimus, qui terram, ubi vivimus fluendo veluti radunt, & ex prima eorum origine, vel ex obstaculis fiunt tandem quoad sensum horizontales. Sæpe enim vero pri-

(a) *Hist. de l' Acad. royale 1752.*

primitiva directio in aliam reflexione vertitur: id quod ab objectu corporum, ab angustia, & dispositione montium, aut vallium, ab oppositi venti actione, & similibus aliis caussis pendet: fitque semper secundum reflexionis leges alibi traditas.

§. II.

214. Venti e terra sæpe sursum spirant: id vero est caussarum genio conforme. Et primo quidem intra terram plurimæ, & frequentissimæ fiunt multiplicis generis fermentationes, quæ partim ex caloribus, & ignibus subterraneis per immensas voragines, & canales hac illac transcurrentibus, plurimosque secum diversarum materiarum halitus, adferentibus proveniunt, partim ex plurimorum multiplicis generis corpusculorum permixtione enascuntur. Ex hisce fermentationibus terrestria corpora incalescentia plurimam exhalationum copiam in aerem recta, aut oblique emittunt: quarum motu, & calore aer, quem offendunt, movetur, calescit, rarefit, elaterio dilatatur, & ventum efficit multiplici directione varium.

215. Secundo: tellus etiam intra ejus profunditatem, & prope superficiem innumeris cavernis, lacubus subterranneis, voraginibus, cryptis scatet, quæ per spiramenta quædam, fatiscentes terræ meatus, & scissuras communicant cum externo aere. Earum plurimæ labentibus subterraneis aquis, multiplicique vaporum, & liquorum genere pervaduntur: fermentatione igitur, & subterranei ignis ope hujusmodi liquores incalescunt, in vapores resolvuntur, & per angustos, multiplices tamen canales magna vi in aerem recta, aut oblique erumpunt: ad æolipilæ modum, cujus beneficio ventum etiam pro instrumenti, & liquoris tenuitate satis validum efficimus; non exiguam igitur ventorum vim ex naturalibus hisce, & immensis æolipilis erumpere necesse est.

216. Subterranea etiam sunt quamplurima flumina magno interdum impetu quibusdam in locis transfluentia, & præcipiti lapsu ex alto cadentia. Aerem hæc per eorum canales existentem maxime commovent, agitant, & sursum per fatiscentis terræ fissuras, & spiracula propellunt. Relatis modo causis ii

 ven-

venti adscribendi sunt, qui e terra plerumque erumpunt, de quorum existentia, & numero plena sunt historicorum, & observatorum monumenta. Id de *Senta* in Dalmatia, & de rupe quadam in Cyrenaica provincia refert *Plinius* (*a*). De quibusdam cavernis in *Danbigasa* Britanniæ comitatu, ventum ita vehementem erumpere, ut vestes disjiciat, & secum deferat, author est *Gilbertus*. Similia plurima de Neapolitano regno, Germania, Polonia, Catalaunia, de Sveciæ lacubus, oceano Sinensi referunt alii apud *Muschembroek* (*b*). Cælo etiam, & aere sereno, tranquillo mari, subsidentibus fluctibus insignis interdum in Oceani aqua fervor observatur, quam plurimarum exhalationum sensibilis evaporatio subsequitur, quæ vehementem tempestatem paulatim excitat, & producit, ut oculatus testis refert *Fienus* apud *Regnault* (*c*). Plurimum hæc eadem caussa in typhones confert, infame illud in mari indico ad Sinam, & Japoniam ventorum, & tempestatum genus: Typhones tepor quidam, & sensibilis aquarum fervor, summa etiam hyeme, & sulphuris odor præcedit, ut factæ in locis observationes testantur (*d*). Atmosphæræ idcirco elasticitas mirum in modum destruatur opus est. Et hinc contrarii illi venti, seu vehementissimæ aeris fluxiones omni ex parte in se se mutuo confligentes, & conflictu ipso electricitatem excitantes, & tempestatem augentes.

§. III.

Ventus zonæ torridæ.

217. Sol intra tropicos sese semper volvens ab ortu in occasum zonæ torridæ aerem, cui incumbit, perpetuo calefacit ab ortu consequenter in occasum. Atmosphæra in montem superne attollitur soli semper respondens: totus vero ille aeris tractus infra so-

(a) *Hist. nat. l. 2. c. 45.*
(b) *Elem. Phys. cap. 41.*
(c) *Entret. Physiq t. 4. letre 2.*
(d) *Mem. de l' Acad. 1687. p. 261.*

ſolem rareſcit, & dilatatur: aer idcirco, quem ſol poſt ſe relinquit verſus orientem, abſente ſole in priſtinum frigus, & denſitatem reſtitutus, vi ſua elaſtica verſus occiduum aerem ſoli conſequenter reſpondentem, rariorem minuſque propterea reſiſtentem illabitur: aliuſque ſemper & alius in labentis locum ab oriente ſuccedit aer: indeque generatur ventus in zona illa perennis. Ex eadem etiam cauſſa fiet, ut in zonam torridam confluat aer ex oriente a tropicis, regionibuſque extra tropicos, & prope illos ſitis verſus æquatorem: hoc eſt, quod ventus ille in zona torrida perennis ab ortu non ſemper directe ſpiret, ſed inter tropicos veluti libretur, modoque ad unum, modo ad alium magis convergat inter utrumque varius (a).

§. IV.

218. Alius aliquando ventus in telluris ſuperficie, alius & penitus contrarius in nubium regione ſpirat; pro diverſa eorum cauſa, origine, & directionis principio. Eam porro ventorum varietatem, & ex eo, quem prope nos ſentimus, & ex oppoſito nubium tranſcurſu ſæpe dignoſcimus. Validior rupti æquilibrii pars, ſuperiorem ventum creans, eſt ad auſtrum v. gr. ut ventus, & nubes in Septentrionem moveantur; dum e contrario cauſa terreſtris venti ad boream exiſtens nos verſus auſtrum propellit. Multoties etiam fit, ut duo aut plures venti oppoſitis directionibus ex diverſis mundi plagis ſibi invicem magis vel minus directe adverſentur, & occurrant. Quo in caſu plurima enaſci poſſunt phænomena: primo uterque ventus aliquantulum infringitur; validior tamen debiliorem vel penitus deſtruit, ejuſque cauſam ſecum alio defert, vel aliam directionem aſſumere compellit. Secundo: plurimi inde naſcuntur violentiſſimi turbines, & periculoſi vortices. Si enim ventus vento ex adverſo occurrens, quaſi per latus elabatur, intermedius aer duplici directione

(a) *Rem obſervavit Anſon viaggio intorno al mondo pag.* 36.

ne accepta in turbinem, seu vertiginem revolvitur, paulo infra explicandam.

§. V.

219. Per tota Peruani regni littora 700. & amplius leucas extensa unus semper spirat ventus ab austro, seu plaga fere *Sud-Ouvest*, e mari scilicet pacifico Zonæ temperatæ australis. Geographicum illius regionis situm scienti res est conceptu facilis. Longissima illa peruana littora in zona torrida jacent, ab æquatore ad austrum recta fere protensa: littorale illud solum 700. leucas longum, 10. 15. 20. latum, totum est arenosum: acus nautica ad id transmeandum opus est: eoque in solo post hominum memoriam pluere numquam visum est cælum: licet per plurimos anni menses rarioribus nubibus semper sit obductum. Id præterea littorale solum immensa illa continua, & altissima *andium* catena, tamquam murus a natura extructus, a septentrione ad austrum producta, a ventis omnibus toto semicirculo orientali spirantibus tuetur. Ex hac locorum positione facile explicatur, & intelligitur phænomenon. In toto illo littore aer semper est calore æstuans, perinde ut reliquum atmosphæræ pacifico mari in zona torrida incumbens: rariorque est minus elasticus, quam aer ultra australem tropicum prædicto mari incumbens, & ad austrum fere extensus. Est igitur semper æquilibrium inter illius littoris, & maris pacifici in torrida zona atmosphæram: ex hujus propterea æquilibrii, & andium a Quitto ad Chyle usque obiectu, ex arcu solummodo horizontis circum plagam Sud-ovvest spirare potest ventus. Atque cum eadem semper maneat rupti æquilibrii caussa; idem semper est ventus. Arenosi etiam illius soli, ejusque atmosphæræ calor, & constans ventus vapores inibi addensari, & in pluviam resolvi non permittunt: unde in altissimos & frigidissimos andes semper propulsi, & delati in copiosissimos illic solvuntur imbres.

§. VI.

220. Plurimis in locis ad solis ortum lenis multoties

ties ab oriente spirat aer: qui in eamdem causam referri debet, ac generalis Zonæ Torridæ ventus. Græcorum *Etesiæ*, quæ æstivo tempore in Græciæ littoribus regnant, e septentrionalium nivium solutione pendere videntur: interea enim sol Tropicum Cancri percurrens, septentrionales regiones, quarum plurimis per aliquot dies, hebdomadas, menses non occidit, magnopere calefacit, immensamque nivium copiam, quibus erant obductæ, resolvit. Cur tamen, inquis, in aliis regionibus septentrionalibus ejusdem, ac Græcia, climatis & latitudinis, non idem regnat ventus? Resp. Id ex peculiari Græciæ ad septentrionales regiones situ, ex maris ægæi, Jonii, propontidis positione, ex montium Græciam dividentium, aut circumdantium objectu pendet. Alius hyberno tempore in Græciam ab austro spirat ventus, quem dicunt *Chelidonium*, qui ex simili etiam causa provenit; sol enim Tropicum capricorni eo tempore percurrens in australis Africæ montibus Monomotapæ, quæ Græciæ opponitur, nives solvit, contrariumque producit ventum.

221. In oceano Athlantico a Tropico usque ad 40. latitudinis gradus ab occidente in orientem recurrit ventus; subsolanus enim, eurus, & cæcias in altissimas Americæ rupes, & montes impacti in orientalem plagam regrediuntur, navibusque ab America in Europam vela facientibus maxime favent: seu potius americana sub dicta altitudine atmosphæra, cum frigidior deprehendatur, quam illa sit oceani, aut etiam Europæ sub æquali latitudine, ex majori elasticitate in atlanticum versus occidentem semper irruit, fluendoque ventum illum efficit fere perennem.

§. VII.

222. Periodici venti per Indicum mare spirantes ex relatis etiam pendent causis. Idem dicendum de ventis procellosis, quorum præcipui sunt *Ecnephias*, *Turbo*, *Prester*, *Exhidria*. Est autem *Ecnephias* ventus magno, & repentino cum impetu e nube erumpens. Eum experientia edocti prædicunt nautæ ex parva quadam, & subnigra nube, quæ sensim crescit, & dilatatur: illa eminus visa, illico vela colligunt, & mala, si licet, demittunt; vix enim elabi-

bitur tempus, cum navigium impetit vehementissima, & periculosa procella. Frequentiores sunt *Ecnephiæ* circa *Bonæ spei* promontorium, in oceano inter Guineam, & Brasiliam, nec non in mari æthiopico.

223. *Turbo* est ventus magno cum impetu in orbem actus, & vertiginoso motu concitatissimo transcurrens: præter contrarios illos motus superius indicatos, ex quibus nascitur vortex, tertius etiam accedit, quo certa quadam directione defertur, in orbem interim volutus. Corpora, in quæ incurrit, in orbem circumagit, sursum elevare, secum deferre adnititur: eradicat sæpe arbores, subvertit domos, ad magnas altitudines, & distantia, loca projicit enormia, & gravissima corpora. Quod si ex illo aeris vortice emicant flammæ, seu inflammatæ evibrentur scintillationes, quod aliquando observatur; ejusmodi vorticosus ventus dicitur *Præster*. Ea autem flamma e vortice erumpens a plurimis exhalationibus sulphureis, nitrosis, bituminosis nascitur, quæ agitatæ, & secum ipsis permixtæ in flammam accenduntur, scintillant. Id præterea purum esse existimo electricitatis effectum: cum multa alia his similia arte obtineamus ope materiæ electricæ. Ex turbine enim magna oritur frictio: frictione autem corporis origine electrici ignis electricus excitatur, & accumulatur: hinc igitur scintillæ. Ex adverso si nubes in vorticem acta plurimis sit aqueis vaporibus onusta, qui revoluta celeriter nube addensentur, & in aquam solvantur, ut magna ex turbine aquarum, seu pluviæ copia enascatur, *Exhidria* nuncupatur, & ex indicata modo causa originem ducit.

§. VIII.

Ventorum celeritas, qualitates, & utilitas.

224. Alii aliis velociores, & vehementiores sunt venti, ut quotidiana nos docet experientia. Neque etiam ventus eadem semper vi, & velocitate spirat: quin immo rarissimus erit ventus, cujus velocitas ad singula fere minuta non varietur, imminuatur, interrumpatur, & novis iterum non fluat viribus. Venti aliqui sunt vehementiores, qui magnas, & plurimas provincias percurrunt; Britanniam aliqui, totam

tam Germaniam, Helvetios, & finitimas alias regiones *Scheuchzero*, & *Derhamo* observantibus percurrerunt.

225. Venti violentissimi, & velocissimi singulis minutis secundis 66. pedes conficiunt, seu 45. milliaria Britannica intra horam. Hujusmodi venti omnium maxime procellosi, arbores eradicant, integras sternunt sylvas; domos evertunt, & multa alia damna similia hominibus inferunt. Hæc ventorum celeritas, & vis plurimum minuitur, & infringitur ob venti ipsius in montes, rupes, saxa, domos, arbores & contrarios etiam ventos incursum.

226. Ventorum qualitates sunt eædemmet, quas habet aer earum regionum, e quibus spirat aut per quas transfluit ventus. Exhalationes enim vapores, & omnia corpuscula, ex quibus atmosphæra componitur, ab aliis in alias regiones transferunt: earum proinde qualitatibus sunt præditi: In Lusitania v. gr. subsolano spirante plurima e Castilia, Legione, & reliqua Hispania, immo & e Gallia ad nos perveniunt corpuscula, halitus, atomi. Contra si ab austro spiret ventus, multiplex ab Africa, & Gaditano freto vaporum copia advenit. Plurimæ hinc ventorum qualitates, & accidentia oriuntur; alii enim sicci, humidi calorem aliqui secum trahunt, frigus, gelu nives alii: mortiferi hac ex parte, salubres ex alia spirant.

227. Hinc etiam notandum, ventos qui quibusdam regionibus sunt frigidi, calorem aliis afferre: ex qua parte nobis spirat ventus humidus, siccum alii experiuntur; ad quæ dignoscenda attendendæ in primis sunt circumpositæ regiones, & loca, sint ne gelu, aut nive coopertæ; an potius ferventi æstu, & ardenti sole tum temporis æstuent; per spatiosum oceanum, an potius per continentem trajiciant venti.

228. In Lusitania degentibus siccus maxime est ventus subsolanus, quem vernaculo idiomate *Castelhano* appellamus: propterea quod e Castilia, & Legione spirans, per longumque terrarum tractum excurrens siccos, & terrestres halitus secum affert: est etiam ipse ventus æstate calidissimus, hyeme autem frigidissimus: æstate siquidem plurimas secum exhalationes in nos adducit; hyeme autem nitrosos spiritus, frigoris causam & comites, quibus Pyrinæi montes,

& cetera Hispaniæ loca abundant, secum affert.

Venti Septentrionales nobis sunt sicci, & frigidi; ex septentrionalibus siquidem regionibus gelu majorem anni partem rigentibus spirant. Deinde per longum continentis tractum transfluendo contrahunt siccitatem. Hinc est, quod spirante borea, nubes illico e nostro cælo dispareant, & dissipentur, humida quæque corpora, paludes, & id genus alia exsiccantur; neque nisi rarissime, ejusmodi flante vento pluit apud nos cælum.

229. Deinde boreas pluviam, & vapores aqueos, quos in via offendit ab austro adductos, multoties quidem attenuat, in aerem sursum attollit, dispergit; aliquando tamen horizontem pene totum verrens universam nubium, & vaporum massam alio transfert, & in pluviam resolvit. Æstate dum ferventiorem experimur calorem, boream maxime desideramus; eo enim flante, minuitur æstus, calor, & aer temperatur, refrigerantur corpora, vitalemque spiramus aerem.

230. Ex adverso auster, & zephyrus nobis sunt humidi, & calidi, seu temperati; propterea quod e Gaditano freto, & vastissimo Africæ continenti primus, ab oceano atlantico, qui nostra Lusitaniæ littora alluit, spirat secundus. Hyberno tempore potissimum regnant; sæpe tamen æstate magnam nobis pluviæ copiam afferunt, qua non modicam terris fertilitatem impertiunt.

231. Alii item venti sunt male sani; alii ex adverso valetudinem adjuvant, & amissam restituunt, suntque propterea salubres. Plurima siquidem sunt loca aere male sano prædita; ejusmodi sunt paludosa loca, & similia alia: aliæ item sunt regiones, quæ aere nocivo, vaporibus pestilentibus abundant; ventus igitur ab iis regionibus spirans, & plurimam prædictorum halituum copiam deferens, iis omnibus qualitatibus afficitur, quæ prædictas inficiunt, aut infamant regiones, earumque atmosphæras.

232. Quod ad ventorum utilitates attinet, clariora ea sunt, quam ut in iis fuse recensendis immorari necesse sit. Si enim oculos, & animum vel leviter intendamus; obvia passim occurrunt exempla, & argumenta, quibus de maxima ventorum utilitate, & necessitate convincimur. Omnis scilicet ars nautica

tica vento deficiente corrueret, & institutum inter tot longinquas nationes commercium cessaret, magno totius humani generis damno. Plurimæ item machinæ vento agitantur; sata crescunt, imbres, pluviæ, nubes adducuntur, per varias regiones maxime siccas disperguntur, e quibus prorsus pendent telluris fertilitas, arborum incrementa, fructuum, & satorum maturitas. Aer etiam novus, & salubrior quotidie in alterius male sani locum succedit, quo pacto a contagiosis morbis liberamur. Nisi enim frequenter renovaretur aer; sensim pigresceret, corrumperetur, & plurimarum ægritudinum esset caussa. Infinita alia omitto, quæ si paululum mediteris, facile animadvertes.

LECTIO VI.

De Veris Metheoris igneis, Fulgure scilicet, Tonitru &c.

DEFINITIO.

133. MUltiplicia sunt metheora ignea, ad duo tamen reducuntur generalia capita. Alia scilicet sunt *vera*, & *realia*; alia *apparentia*. De prioribus modo, posteriora statim expediam. Vera ignita metheora sunt *Fulgur*, *aurora borealis*, *stellæ cadentes*, *Capreæ saltantes*, *Castor*, & *Pollux*, *Helena*, *ignis lambens*, *fatuus*, *pyramis*, *columna*, *draco*, *trabs*, *clypeus*. Fulgur, fulmen, & tonitrus tria sunt phænomena, seu effectus, qui ab eodem principio oriuntur, atque simul, ut plurimum, eduntur & apparent. Nubilo per æstatem Cælo coruscationem sæpe e nubibus displosam animadvertimus, strepitum, & continuatum murmur audimus, stragem alicubi editam experimur.

Repentinam eam coruscationem, & scintillationem dicimus *fulgur*: factum intra nubem, aut in aere strepitum, & murmur, *tonitrum* nuncupamus: eam vero coruscantem, seu inflammatam materiam, qualiscumque sit, secutæ stragis causam, una & stragem ipsam *Fulmen* appellamus.

OB-

OBSERVATIONES.

234. Nubilo cælo, æſtivo potiſſimum tempore, plurimas e nubibus vibrari videmus coruſcationes vivaciſſimas, ſæpe continuas, aliquando interruptas, quæ in oculi ictu ſecundum omnes directiones longum cæli tractum conficiunt, via fere ſemper tortuoſa. Nonnumquam ſimul in diverſis locis interruptis emicant: multoties etiam in ſerpentis modum variis ductibus in oculi ictu diſcurrit, ſeu apparet, & tranſvolat ſcintillatio. Quæ e nube erumpunt coruſcationes, ad terram raro pertingunt, ſed in aere diſſipantur, evaneſcunt, & extinguuntur. Majorem etiam coruſcationum partem e nube ſurſum dirigi obſervavit *Lozeran* oculatus teſtis, qui ſupra montes Carpathios exiſtens infernam tempeſtatem deſuper obſervabat. Sed integra jucundi æque atque periculoſi phænomeni ab ipſo Jeſuita deinceps obſervati prætereunda non eſt.

235. Dum ab altiſſimo monte deſcenderet, denſiſſimam infra ſe nubem ad medium montis conſiſtentem deprehendit, eamque aliquandiu deſuper obſervavit: ex nube plurimi hac illac promicabant, & ſcintillabant ignes, quorum pars intra nubem, pars extra illam erumpebant; eo quidem modico ſtrepitu, & ſpecie, ut feſtivi ignes ab obſervatore reputarentur: ab experto tamen viæ comite, de periculoſa tempeſtate admonitus, properandum ratus, cito gradu deſcendere incepit, & mediam, qua ducebat iter, ſubiens nubem, illam adeo denſam, & obſcuram eſſe comperit, ut ne equum quidem diſtingueret poſt ſe habenis ductum. In nubem jam ingreſſus jucundiſſimum ſpectaculum obſervavit, ignes undique accendebantur, diſcurrebant ſerpentis ductibus, in globoſam quaſi figuram conformati; alii majores, minores alteri: plures interdum in unum conflabantur; progredientes circa ſua centra volvebantur: eorum color rubeus ad cæruleum declinans.

Rem obſervavit, quoad in parva 8. paſſuum diſtantia inflammatus repente globus ejecto lucidiſſimo igne cum fragore diſruptus obſervatorem adeo concuſſit, & terruit, ut vitæ periculum imminere animad-

madvertens, maxima, qua potuit, celeritate e nube, & vitæ discrimine se subduceret (*a*).

Si prope observatorem sit tempestuosa nubes; visa coruscatione, simul auditur murmur: si aliquot centena passuum existat remota, tonitrum præcedit coruscatio.

236. *Christiano VVolfio* apud P. *Kbell* referente (*b*), cum quidam pistor Uratislaviæ fornacem nimium accendisset, neque satis occluderet spiracula, flamma per os fornacis repente erupit, mediam pistoris barbam transiens adussit, ligna e regione posita corripuit, inflammavit, hominem proxime stantem ad aliquot ulnarum distantiam eo cum fragore abjecit, ut bene firmi ædificii parietes in prima etiam contignatione succuterentur: in altera vero velut displosi sclopeti fragor insonuit. Globus ignis, tota pistrina percursa, uno aut duobus parietibus diffissis, factoque foramine, quod caput humanum caperet, in subterraneum cubiculum sibi viam aperuit: unde in pistrinam reversus, tanta vi in fenestram impegit, ut vitra in portam 25. passibus distantem infigerentur: liberum tandem nactus aerem globus, tamquam ignea pluvia dispersus, evanuit. Phænomenon non absimile refert *Hoffmanus* apud eumdem *Kbell*, innumeraque alia referri possent prorsus similia: unum præ omnibus retulisse, satis.

237. Liceat etiam ex Academiæ Bononiensis commentariis unam, aut alteram observationem alienis verbis conceptam in hunc locum transcribere. „ Die „ 22. mensis Julii anno 1745. tantum fulgur Bononiæ est factum, ut in paucissimis, quæ quidem in „ hac memoria extiterint, sit numeratum. Erat hora diei fere 20. cælumque tranquillissimum, sed nu„ bibus variis infectum: cum subito exarsit, tonuit„ que horrendum in modum. Sunt qui dicant toni„ trus fuisse duos, sed brevissimo intervallo disjun„ ctos, ut unus videri possent. Interim flamma tur„ rim perculit ornatissimam, pulcherrimamque, quam „ no-

(a) *Recueil des differt. qui ont remportè le prix tom.* 2. *p.* 46.

(b) *Phys. to.* 2. *disp.* 2. *art.* 1.

„ nobilissimo monasterio D. Christinæ adnexam religiosæ mulieres tenent. Labes facta incredibilis: „ nam tono bona pars turris corruit, & subjectos „ fornices, & laquearia firmissima perfregit horrendo fragore (a). " Eum deinceps ignem seu fulmen e terra erupisse, e subterraneo scilicet cavo, indeque, cum in porticum quamdam subiisset, in turrim statim convolasse, ubi sese explicans, dictam modo stragem, & fragorem, quantus dici vix possit, edidisse ex omnium, qui rem oculati testes observarunt, testimonio idem commentariorum Scriptor confirmat.

238. In Quesnoi Gallæ civitate die 4. Januarii anno Domini 1717. cum Cælum esset nubibus maxime obductum, intra nubem medium forum occupantem, & extructas hinc inde domos fere attingentem, globus quidam igneus repente apparuit, qui arrepta via in templi turrim impegit, ibique strepitu edito, tormenti muralis sonum referente, atque æquante, varie distractus in pluviæ modum sese per forum prolabens dispersit (b). Cujusdam etiam oppidi, *Hague* dicunt Galli, in inferiori Normandia habitatores die 7. Januarii anno 1700. accensum in aere ignem, arboris formam, utcumque referentem observarunt. Phænomenon brevi deorsum in mare ruens, eo sonitu evanuit displosum, quo circumposita littora tremere visa sint. Alia multa prætermitto mihi ab observatoribus ipsis communicata.

VE-

(a) *Coment. Acad.* **Bonon.** *to.* 2. *p.* 460.
(b) *Mem. Acad.* 1717. *p.* 8.

§.

VERA FULMINUM CAUSA ET THEORIA PROPONITUR

PROPOSITIO XXI.

139. *Materia electrica modò à telluris superficie ad nubes, & atmosphæram ascendit, modo etiam ex adverso ab atmosphæra ad tellurem descendit.*

Lectorem iterum moneo, ut antequam totam hanc lectionem, præcipuum naturalis electricitatis caput aggrediatur, tractatum de electricitate artificiali legat inferius a nobis ponendum. Ita fert plurimorum physicæ argumentorum ratio, ut mutuo a se ipsis pendeant, mutuaque sint sibi ipsis explicatio. Utramque propositionis partem multiplici experimento comperit *Beccaria* (a): cum enim volatilem chartam seu chartaceam illam figuram, quam juvenes animi caussa, vento flante, in aerem elevari, ibique retineri compellunt, ad magnam altitudinem ventus attolleret, diuque sustineret; per ejusdem chordam, tamquam per conductorem, seu catenam electricitas transmittebatur, omniaque electrica phænomena habebantur. Ad inferiorem ipsius chordæ papyrum dirigentis, & retinentis, extremitatem luminosa aliquando stella, nonnumquam vero pennicillus emicabat: quorum primum influentis, secundum vero effluentis materiæ electricæ indicium est: quæ quidem phænomena observabantur intra *laternam electricam*, hoc est, vitream phialam obscuratam, intra quam inferior chordæ extremitas pendebat, & ope lateralis tubi chartacei 8. pollices longi videbatur in obscuræ phialæ cavo. Hujusce electricæ laternæ descriptionem videas apud ipsum auctorem; mihi enim phæ-

(a) *Dell' Elettricismo terrestre atmosferico lettera 8.*

phænomena hisce, & aliis etiam modis edita, & observata referre, satis sit.

240. Neque solum in inferiori dictæ chordæ extremo luminosus modo pennicillus, stella modo emicabat; sed pro vario atmosphæræ statu uno interdum, eodemque die, immo intra breve tempus stella in pennicillum, & vicissim convertebantur. Sensim utrumque excitari, languescere, deficere, iterum apparere milleque alia vicissitudinis, & mutationum indicia edere observatur. Cum chorda ipsa a terra & corporibus non electricis erat separata; nota attractionis, & repulsionis phænomena, scintillas præterea edebat, & in humano corpore succussiones. Alia omnia electricitatis phænomena ope hujusce chordæ habentur, perinde ac si esset peculiaris *conductor*, per quem materia electrica ab uno ad aliud extremum transmitteretur. Neque prædicti effectus sola *charta volatili* obtinentur, sed radiis etiam, hoc est, tubulis nitrato pulvere instructis, & in altum in lætitiæ argumentum explodi consuetis.

Cum enim eorum caudis fila quædam oblonga, & subtilia annecterentur, quæ chordæ deferentis munus agerent, & quorum inferius extremum vitreo in vase servaretur; non dissimilia eliciebantur electricitatis phænomena novi etiam hujusce conductoris ope.

241. Quoniam tamen utraque hæc observandi ratio satis per se est incommoda; præterea vero prima spirantibus solum ventis adhiberi potest, secunda autem infelici plerumque effectu tentatur; viam longe meliorem, securiorem, omnibusque indiscriminatim temporibus aptam inierunt *Franklin*, *le Monier*, & *Beccaria*: ferream virgam, aut filum e sublimi aliquo loco, v. gr. editioris turris, aut domus fastigio ita sursum erigunt, ut deorsum etiam obliqua, aut paralella ad horizontem per longum tractum 200. nimirum, 700. 1500. pedes distendatur. Quoniam hæc experimenta caute omnino instituenda sunt (agitur enim aliquando de maximo vitæ periculo, & de fulmine a sese removendo); auctor tibi essem, ut priusquam rem tentares, instituendi experimenti rationem legeres apud *Beccariam* (*a*). Postrema hæc ratio eo

(a) *Opere cit. Lettera 9.*

eo maxime commendanda est, atque aliis supra relatis præferenda, quod & securissima sit, omnique tempore capi possit experimentum: omnesque proinde atmosphæræ mutationes, quod vim electricam attinet, citra periculum observari.

Hujusmodi filorum ope magna assiduitate, diligentia, & cura rem hanc prosecutus est *Beccaria*, & præter quamplurima alia id imprimis quotidiano fere experimento comperit, materiam electricam a tellure ad nubes, & vicissim transcurrere.

242. Et sane ii omnes effectus, atque phænomena, quæ modo retulimus, cum perinde in papyri volatilis, aut radiorum cauda, atque in catena, & conductore machinæ electricæ appareant, edantur, atque observentur; sintque aliunde proprii electricitatis characteres, atque effectus; huic uni causæ tribui possunt materiæ scilicet electricæ per hujusmodi conductores ascendenti, aut descendenti. A qua enim alia causa relata phænomena provenirent? A ventis fortitan? At iidemmet plane effectus diversis omnino spirantibus ventis observantur: contra vero, eodem plane, & æque intenso afflante vento, diversa eduntur phænomena. Quin immo cum periculum fit sine papyro volante, & cum nulli omnino spirant venti; prædicta omnia habentur phænomena, atque effectuum varietas. Tam igitur in machinis electricis, quam in novis hisce conductoribus ab arte, vel a natura ipsa paratis eorumdem plane effectuum eadem omnino est causa, juxta notissimam philosophandi regulam. In machina electrica omnes relati effectus eduntur a materia electrica per catenam, vel conductorem a machina, vel ad machinam transmissa: transmissionis vero causa est naturalis ipsiusmet materiæ elasticitas, & vis se se circumquaque diffundendi, atque major in uno, quam in alio loco densitas. Cum enim ex hac proprietate ad æquilibrium semper tendat; fit, ut si in duobus corporibus sit inæqualiter densa, quamprimum inter utrumque corpus communicatio aliqua aperiatur, a corpore, ubi densior est materia, ad aliud violentissime projicitur, ut in utroque æqualiter secundum æquilibrii leges se componat. Omnia hæc in lectionibus de Electricitate late explicamus.

243. Ab hisce experimentis ad evidentiam fere demon-

ftratur, materiam electricam non modo per telluris globum esse semper diffusam, sed per ipsam etiam atmosphæram, nubes, aliaque corpora, seu metheora intra atmosphæram pendula: ipsamque materiam electricam modo a terra in atmosphæram, seu nubes, modo vicissim ab atmosphæra ad terram communicari: cum scilicet corpus aliquod origine non electricum inter tellurem ipsam, & nubes v. g. seu supremam atmosphæram interponitur, quo mediante communicatio inter utrumque existat. Hujusmodi communicantia corpora, seu conductores in re nostra sunt papiri volatilis chorda, & fila dirigentia, de cætero autem sunt nubes ipsæ, seu nebulæ: quæ terræ insidentes, aut aliqua sui parte tellurem tangentes per atmosphæram attolluntur, & distenduntur, atque cum superioribus nubibus, aut vaporibus communicant. Nonnumquam etiam vapores ipsi, quibus aer redditur humidus, atque a tellure perenniter, copioseque elevantur, licet sensibilem nubem, aut nebulam non componant, conductoris munus agunt: alias enim aer siccus, & serenus materiam electricam a tellure ad nubes, aut vicissim non transmittit, cum sit corpus origine electricum, electricitatem neque ab alio accipiens, neque per suammet substantiam transmittens, sed potius resistens, & vaporem in corporibus communicatione electricis retinens, & servans: ut fuse exponimus in citato loco.

COROLLARIA.

244. *Primum. Quotiescumque in terra, & nube non sit electricitatis æquilibrium, quamprimum communicatio aliqua inter illas inducatur, materia electrica ab una ad aliam violentissime projicietur, quoad tandem ad æquilibrium perveniat.* Id evidenter sequitur ab notissima materiæ electricæ proprietate, atque experimentis omnibus consonum est. Et hinc terra relata ad nubes erit modo per *defectum*, modo per *excessum* electrica, & vicissim etiam nubes telluri comparatæ.

245. *Secundum. Cum nubes non eamdem omnes, aut æqualem habeant electricitatem (id quod quotidiano experimento constat); hinc tellus relatu ad unas erit per defectum electrica, per excessum vero relatu ad alias:*

lias: infinitique erunt in utroque casu defectus, aut excessus gradus, & differentiæ. Intensitas vero, atque summa virium, & impetus, quo materia electrica a nube ad tellurem, aut vicissim projicitur, erit proportionalis excessui, aut differentiæ virium, si cætera sint paria: attendi enim debet conductorum numerus, capacitas, & longitudo, ut in loco dicimus.

246. *Tertium. Aliquando igitur accidet, ut nulla in filis deferentibus electricitatis signa deprehendantur*: cum scilicet vel electricitas est in utroque corpore ad æquilibrium redacta, vel nulla superest nubes, aut metheoron aliud, cui illa communicari possit. Nulla electricitatis signa edunt communiter deferentia fila, cum atmosphæra est quidem valde humida, non tamen pluvia; cum sereno Cælo validissimus spirat ventus; cum tandem nubilum est Cælum, nubes tamen & steriles apparent, & nimium elevatæ, atque a tellure penitus disjunctæ existunt.

247. *Quartum. Materia electrica a tellure ad nubes ascendit, & a nubibus ad terram descendit, & sese projicit (in casu rupti æquilibrii) per omnia illa media, seu corpora communicatione electrica, inter terram, & nubes interposita, quæ conductoris seu catenæ munus agere possunt, quibus terra, & nubes inter se communicentur*. Corollarii veritas & ab indole, atque natura materiæ electricæ, & ab experimentis ipsis constat. Cum plura ad eamdem procellosam nubem pertingunt ferrea fila, quæ supra descripsimus; per omnia, tanquam per conductores, electrici torrentes irrumpunt, & versus illam partem transfluunt, in qua est negativa electricitas. Arbores cum plurimo humore abundent, turres, nebulæ, vaporum ascendentium, aut descendentium tractus continui, & alia hujusmodi sunt totidem naturales electricitatis conductores a natura ipsa ad materiam electricam transmittendam parati: sunt enim corpora communicatione electrica, quæ ex una parte terram, ex alia vero atmosphæram, & multoties procellosas nubes contingunt. De arboribus experimento res constat; cum enim viridem cujusdam ramum in aere a corporibus origine electricis separasset *Beccaria*; eum a procellosæ nubis contactu electrificatum postea offendit, & electrica phænomena edere.

(a) Neque opus est, conductores hujusmodi naturales, aut artificiales ad magnam altitudinem, & profunditatem intra nubem ascendere; satis est quod nubem a limbo inferiori tangant, ut ex alibi dictis omnino constat. Plura hinc fulminum phænomena inferius deducemus.

248. *Quintum. Ex nubibus procellosis ad terram, aut vicissim a tellure ad nubes copiosissimi materiæ electricæ torrentes, & prodigiosa quantitas transmittitur.*

Ex ipsismet experimentis veritas hæc deducitur, quæ aliunde ex hactenus dictis manifeste etiam consequitur. Etenim procellosæ nubes, dum interim tonat, fulgurat, fulminat, effuse pluit, grandinat, largissimum terræ tractum, plurima sæpe milliaria quadrata comprehendentem supereminent, obumbrant, atque per totum illud spatium cum tellure ipsa communicant mediis imbribus, arboribus, turribus, milleque aliis corporibus communicatione electricis. Tenent hujusmodi procellosi imbres horæ circiter dimidium, 3. quadrantes, & tempus aliquando diuturnius. Experimentis autem constat, quod toto illo tempore copiosissimi materiæ electricæ torrentes per ferrea fila ultra arborum, aut turrium fastigia non transcendentia, ad tellurem velocissime transfluant, aut ad nubes ascendant; cum præter vividas, & micantes scintillas in filorum extremitatibus vividissimos semper pennicillos, aut stellulas, effluentis, aut affluentis electrici copiosi torrentis indicia, animadvertamus. Neque id in uno tantum filo observatur, sed in quamplurimis paucos pedes a se invicem sejunctis, atque ab eadem nubis parte materiam derivantibus. Quid tum fiet per innumeros densorum nemorum, agrorum, & montium arbores, quæ & nubem ipsam, terramque contingunt, & aptissimi sunt materiæ electricæ conductores? Quid etiam per turrium, aliarumque domorum fastigia, ea præcipue, e quibus metallici canales ad recipiendam, deducendamque aquam pluviam ad terram usque descendunt? Quid per sublimiora etiam montium cacumina, quæ nonnumquam intra procellosæ nubis profunditatem comprehenduntur?

RPO-

(a) *loc. cit. lettera* 2. *prop.* 6.

PROPOSITIO XXII.

249. *Fulmina, & fulgura aliud non sunt, quam copiosi materiæ electricæ torrentes, seu scintillæ a nubibus ad terram, a tellure ad nubes, aut ab una ad aliam nubem profluentes, atque explosæ: omniaque fulminum phænomena a notissimis materiæ electricæ proprietatibus descendunt, atque explicantur.*

De hac propositione, & veritate post tot experimenta omnibus notissima, atque pluribus in locis, potissimum vero a *Franklin*, & *Beccaria* de re electrica optime meritis instituta, dubitare amplius non licet.

Primo. Enimvero fulmina, tonitrua, fulgura ope machinæ, atque materiæ electricæ obtinemus, ut ex notissimo phialæ Lugduno-Batavicæ experimento, alibi a nobis relato luculenter constat. Scintilla electrica, & quidquid dicto in experimento observatur, veri fulminis naturam, omniaque ejus phænomena edit, atque imitatur: eo tantum discrimine, quod inter artis & humanæ industriæ, atque naturæ opera, hoc est, inter exiguam vim arte excitatam, & violentissimum naturæ ipsius effectum intercedit. Materia scilicet, atque vires electricæ ab hominum industria ope tantillæ machinæ excitatæ, nihil fere sunt, si cum violentissimis, atque potentissimis naturæ viribus comparentur. Eo autem discrimine prætermisso, scintillæ electricæ in memorato experimento, & aliis quamplurimis excitatæ, & explosæ sunt verissima fulmina ope tenuissimæ materiæ, & viribus edita: ut ii omnes fatentur, qui periculosum id experimentum instituunt post *Muschembroekii* tentamen inferius referendum (a).

250. Experimenti periculum magis confirmant, scintillasque ejusmodi vera esse fulmina ulterius demonstrant *Noleti*, *Pauliani*, aliorum observationes: imprimis vero infelicis *Richman* casus. Dum enim publicus ille physicæ professor Petroburgi die 6. Augusti anni 1753. experimenta electrica perageret, ferreum-

(a) *Tractatu de electric.*

reumque conductorem vehementer electrificatum digito tangeret hominem in oculi ictu extinxit vibrata in illum a conductore scintilla. Aves, felles, canes, aliaque animalia ad ejusmodi experimentum adhibita, displosa in ipsos scintilla perire, tamquam si essent tacta fulmine, commune est experimentum (a). Præterea repentina illa lucis scintillatio, prodigiosa, & vix non momentaria velocitas ejusdem electricæ scintillæ, ictus, percussio, commotio in intimis humani corporis partibus, strepitus etiam, quo eadem micat, exploditur, & sese projicit scintilla, verum exhibent fulmen, fulgur, & tonitrum.

251. *Secundo*. Effectus, & phænomena fulminis, & scintillarum electricarum, cum vivide excitantur, atque exploduntur, sunt omnino eadem. Inter notissima fulminum phænomena, & effectus præcipue observantur sequentes, vividissimus splendor, quem oculi ferre vix possint, rapidissima velocitas, qua in oculi ictu longissimum tractum percurrit, horrendus fragor, seu tonitrus; corpora in vapores resolvit, inflammat, in vitrum transformat, in calcem etiam redigit, vim magneticam excitat, atque communicat: hæc autem omnia non in uno, eodemque corpore, sed in diversis pro varia eorum natura & indole efficit materia fulminis.

252. Et quidem illius splendor, velocitas, fragor res sunt in omnium oculos quotidie incurrentes. Incendia a fulminibus excitari, & corpora inflammari, ubivis fere locorum observatur (b): alios etiam relatos effectus a fulminibus productos observarunt *Franklin*, *Beccaria*, & alii. Relata autem phænomena a scintillis, & materia electrica etiam edi, & produci constat: & prima quidem in experimento Lugduno-Batavico, ut in loco exponimus; posteriora autem peculiaribus tentaminibus deprehendit *Franklin*, *Beccaria*, *Dalibard*, & alii: adeo ut dubitari amplius non liceat, a scintillis electricis vim magneticam communicari, communicatam aliquando destrui; vis enim

---

(a) *Videri potest præter alios Paulian. l'Electricité, lettre 5.*

(b) *Transact. Anglic. n. 177.*

enim megnetica ab electrica scintilla communicata, ab alia destruitur, si primæ illi fuerit æqualis, & opposita directione feratur; quin immo experimento comperit *Dalibard*, illud acus extremum, per quod scintilla electrica ingreditur, septentrionem respicere, ad austrum vero illud converti, per quod egreditur. Corpora tandem a vi electrica fundi, in vapores resolvi, in vitrum, in cineres redigi, pro varia nimirum eorum natura, textura, & indole, iidemmet, & plures alii Physici experimentis comperetunt. Scintillæ igitur electricæ, & fulminis effectus sunt prorsus iidem, eo solum interveniente discrimine, quod superius tradidimus: secundum igitur notissimam philosophandi regulam una eademque est omnium causa, & natura.

253. *Tertio*. Momentaria illa fulminis, & fulguris velocitas, cujus nullam hactenus mensuram habemus, cum illa convenit, quam in materia electrica observamus, & nulla etiam temporis mensura determinare possumus: neque alius est in natura motus, aut materia, qua fulminis velocitas explicari possit, atque produci, quam vis, & materia electrica. Hæc omnia eo magis confirmantur, quod fulmen sit materia fluidissima, & verus peculiarisque ignis, motu rapidissimo delatus. Quis enim jam est, si rude vulgus excipiamus, qui fulmineos lapides non irrideat: Tria autem illa in una materia electrica observantur.

254. *Quarto*. Hæc una sententia est, & materia, qua mirabilia alioquin, atque terribilia fulminum phænomena explicari tandem possint, atque intelligi, ut statim præcipua capita evolvendo, conficiemus. Quinto: Eadem tandem veritas conficitur ex ipsismet observationibus. I. Nulla supra horizontem formatur procellosa tempestas, nulla fulmina, aut fulgura eduntur, vel sonant tonitrua (dummodo procellosæ nubes cum eo loco, ubi extensa sunt fila, medio aliquo nubis ramo communicentur), quin fila ipsa eodemmet temporis momento, quo fulgura coruscant, peculiaria electricitatis indicia edant, aut aliqua in ipsismet electricis indiciis diversitas, & discrimen observetur: licet & procellosæ nubis corpus, & fulguris locus sint a filis metallicis remotissima.

255. II. Nubes autem illæ, quæ cum procella nullo modo communicant, sed in atmosphæra innatant ab aliis nubibus separatæ, licet supra fila ipsa immineant, nulla multoties electricitatis indicia in filis monstrant: contra vero accidit, simul ac nubes ipsæ cum procella communicent, fiantque tempestatum rami: tum enim continua semper est in filis electricitas.

III. Hujusmodi electrica indicia, hoc est, scintillæ, penniculli, & alia eo vividiora, frequentiora, magisque micantia, & intensa in filis metallicis eduntur, quo fulmina, fulgura, tonitrua intensiora etiam, majora & frequentiora sunt, quo filis ipsis propius edantur, & quo humilius extensæ fuerint nubes.

256. IV. Cum fulgur scintillat: aliqua semper immutatio, seu perturbatio in signis electricis a filo metallico editis animadvertitur. Hujusmodi perturbationes multiplici ratione, & varietate accidunt; nonnumquam magis intenditur, aut remittitur penniculus, scintilla, stellula; quin situm, & ordinem mutent, hoc est, quin electricitas filorum speciem mutet, a positiva scilicet in negativam, aut vicissim. Aliquando repente micat pennicillus, ubi antea videbatur stella, aut vice versa, atque electricitas speciem mutat. Illud tamen fere semper observatur, dictas electricitatis perturbationes esse momentarias, & transacto fulgure, ad pristinum statum redire. Atque hæc quidem luculentissimis experimentis observavit *Franklin*, *Beccaria*, alii (*a*). Cum assertam veritatem primus conjecerit, atque adstruxerit *Franklin*, omnesque Europæ physicos ad rem experimentis tentandam invitaverit, modumque insimul proposuerit, quo institui possent experimenta; Cum *Franklini* invitatui responderint philosophi, omniaque secundum illius prædictionem evenerint; brevis totius rei expositio physica est ejusdem veritatis demonstratio. *Franklin* igitur hæc conjecerat, & asseruerat, nubes esse electricas: ab iis tamquam naturalibus conductoribus in aere pendulis, & ab omni corpore non

(a) *Beccaria elettricismo naturale*. *Lettera* 1., *e seguenti*.

non electrico *separatis*, ligna omnia electrica edi: fulmina aliud non esse, quam scintillas electricas ab iis evibratas: si supra ferream idcirco virgam a corporibus non electricis separatam procellosa nubes transeat, aut incumbat; virgam ejusmodi fore naturaliter electrificandam, scintillasque electricas ab illa edendas: quod cum deprehendatur, nullum de reliquis superesse dubium.

257. Rem primus tentavit d'*Alibard* anno 1752. *Maliaci* (*Marly-la-ville*) in magna quadam planitie ferreum cylindrum unius pollicis diametri 40 pedes longum, recta ad horizontem ita erexit, ut ex interiori parte corporibus electricis insisteret. Virgam erigendi, & experimentum instituendi modum, totiusque rei descriptionem videas in adnotationibus ad paginæ calcem adjunctis. Summa est, die 10. Maii anno 1752. horis 2. 20' post meridiem, dum procellosa nubes planitiei, & virgæ incumbens in pluviam, & grandinem solveretur, tonitruaque, & fulgura insimul ederet, ejus ecclesiæ præses una cum aliis a relata virga, tamquam a conductore admodum electrificato, electricas scintillas, illam digito tangentes eliciebant (*). Plura alia videnda sunt in tractatu de electricitate tradita.

§. Ul-

(*) Pour décider si les nuages qui contiennent la foudre, sont' électrisés ou non, j' ai imaginé, *dit M. Franklin*, de proposer une expérience à tenter en un lieu convenable à cet effet. Sur le sommet d'une haute tour, ou d' un clocher, placez une espéce de guérite, assez grande pour contenir un homme & un tabouret électrique. Du milieu du tabouret élevez une verge de fer, qui passe en se courbant hors de la porte, & de là se releve perpendiculairement à la hauteur de 20 ou 30 pieds, & se termine en une prointe fort aigue. Si le tabouret électrique est propre, & sec, un homme qui y sera placé, lorsque des nuages électrisés y passeront un peu bas, peut être électrisé, & donner des étincelles, la verge de fer lui attirant le feu du nuage. S' il y avoit quelque danger à craindre pour l' homme (quoique je suis persuadé qu' il n' y en a aucun) qu' il se place sur le

le plancher de la guérite, & que de tems en tems il tire des étincelles de la barre de fer. *Ouvrage de M. Franklin sur l'Electricité, traduit de l'Anglois par M. d'Alibard, Tom. 2. pag. 45. & suiv.*

Voici la lettre de M. le Prieur de Marly à M. d'Alibard; elle est dattée du 10 de Mai 1752. *Je vous annonce, Monsieur, ce que vous attendez. L'experience est complete. Aujourd'hui à deux heures 20 minutes après midi, le tonnerre a grondé directement sur Marly; le coup a été assez fort. . . . Je suis allé chez Choiffier, qui déjà m'avoit depêché un enfant que j'ai rencontré en chemin, pour me prier de venir; j'ai doublé la pas à travers un torrent de grêle. Arrivé à l'endroit où est la tringle coudée, j'ai présenté le fil d'archal. . . . il est sorti de la tringle une petite colonne de feu bleuâtre, sentant le soufre, qui venoit frapper avec une extrême vivacité le tenon du fil d'archal, & occasionnoit un bruit semblable à celui qu'on feroit en frappant sur la tringle avec une clef. J'ai repeté l'experience au moins six fois dans l'espace d'environ quatre minutes en presence de plusieurs personnes, & chaque experience que j'ai faite a duré l'espace d'un* Pater & *d'un* Ave. . . . *J'étois si occupé, dans le moment de l'experience, de ce que je voyois, qu'ayant été frappé au bras au dessus du coude, je ne puis dire si c'est en touchant au fil d'archal ou à la tringle, je ne me suis pas plaint du mal que m'avoit fait le coup dans le moment, que je l'ai reçu; mais comme la douleur continuoit, de retour chez moi j'ai découvert mon bras en presence de Coiffier, & nous avons apperçu une meurtrissure tournante autour du bras, semblable à celle que feroit un coup de fil d'archal, si j'en avois été frappé à nud. En revenant de chez Coiffier j'ai rencontré M. le Vicaire, M. de Milly & le Maitre d'école, à qui j'ai rapporté ce qui venoit d'arriver; ils se sont plaint tous les trois qu'ils sentoient une odeur de soufre qui les frappoit d'avantage, à mesure qu'ils approchoient de moi: j'ai porté chez moi la même odeur, & mes domestiques s'en sont apperçus, sans que je leur aie rien dit.* Même Ouvrage, & même Tome, pap. 111. & suivantes.

L'appareil le plus simple & le plus commode que l'on puisse dresser, est celuicy. Choisissez une chambre qui soit au dernier étage de la maison, & qui

n'ait

5.

Ulterior ejusdem propositionis confirmatio ; multiplex fulminum phænomenon, & tota eorum theoria exponitur.

258. Nihil est, quo melius Physica alicujus naturalis effectus causa probetur, atque efficacius demonstretur, quam si omnes phænomeni circumstantias secundum datæ causæ indolem, & notas proprietates, atque naturæ leges nitide explicentur, atque deducantur. Ita se rem habere in casu nostro, facile modo conficiemus, universam fulminum theoriam ex observationibus, experimentis, & datis notissimis gradatim evolvendo.

I. Nostrum telluris globum esse vastissimum electricæ materiæ promptuarium, in quo ipsa sese reci-

---

n' ait d'autre plancher que le toît de l'édifice. Faites à ce plancher un trou circulaire, proportionné au tuyau de verre dont vous devez le garnir. La longueur du tuyau n' est pas déterminée ; tout ce qu' on doit desirer, c' est, qu' il empéche toute communication de la tige de fer avec le toît de la maison. Faites passer par le trou que vous avez pratiqué au plancher, une tige de fer, dont l'extremité supérieure s'éléve de quelques pieds au dessus du toît, & dont l'extremité interieure soit fixée dans la resine ou dans le verre. Brunissez, ou dorez la partie extérieure de la tige de fer, pour prevenir la rouille, qui ne manqueroit pas de s'y mettre, & empêchez que le tuyau de vetre ne reçoive la pluye, en le garnissant d'un pavillon de fer blanc : vous aurez la machine que demande *M. Franklin*, pour disposer à votre gré de l'electricité du tonnerre. Vous pourez, par le moyen de votre tige, & du conducteur que vous lui adapterez, faire toutes les expériences de l' électricité naturelle, & les comparer avec celles de l'electricité artificielle, en mettant dans cette même chambre une bonne machine électrique.

cipiat, colligat, diffundatur, & conservetur, res est omnino certa, innumerisque experimentis confirmata. Omnia enimvero corpora, in quibus magna excitatur electricitas *positiva*, vel *negativa*, vix terram attingunt, eam amittunt; quia scilicet, si *positiva* sit, in terram illico sese diffundit; si *negativa*, a tellure suppletur, & ad corpus electricum, ob vim se se diffundendi, & æquilibrii legem pertransit.

259. II. Aerem etiam esse corpus origine electricum, omnino constat; non parum igitur materiæ electricæ in sese semper habet; difficulter tamen, & parum vaporis ab illo extrahitur, aut in sese ab aliis corporibus recipit: ad utrumque enim æqualem opponit resistentiam. Et hinc aptissimus est ad materiam iis in corporibus v. g. nubibus conservandam, & retinendam, quæ aere undequaque circundantur.

III. Præterea vero aerem, cum vapidus est, humidus, nebulosus, hoc est, atmosphæram, & nubes plurimum electricitatis *positivæ* pariter, & *negativæ* in se habere, jam superius probavimus.

260. IV. Igitur juxta indolem corporum communicatione electricorum, cum tellure non communicantium, atque notissimam materiæ electricæ proprietatem, vim scilicet ad æquilibrium semper tendentem, ignis electricus in tellure, aut nubibus superabundans, aut deficiens, aperta semel inter nubes, & tellurem communicatione, a terra ad nubes, aut vicissim sese projicit, maximoque cum impetu, atque vehementia scintillarum instar exploditur, perinde ut in experimento Lugduno-Batavico observamus.

261. V. Similes etiam scintillæ, & ignis electrici eruptiones a nube in nubem transfundentur, atque explodentur; cum duæ, vel plures nubes, electricitate inæquales, & antea disjunctæ, communicare incipiunt, & sese primum contingunt. In iis enim omnibus eadem est ratio.

262. VI. Cum igitur duæ nubes antea disjunctæ ad mutuum contactum perveniunt, quarum una sit materia electrica valde onusta, alia vero *negative* electrica; ignis electricus, seu vehementissima scintilla a prima ad secundam nubem explodetur, atque in ictu oculi disparebit, & dissipabitur: ignisque electricus per utramque illam nubem ad æquilibrium componetur. Atque naturalis hæc electrica scintilla est pu-

purum puriſſimum fulmen, & fulgur, quam ſubſequetur tonitrus. Hoc tamen multo frequentius, atque intenſitate longe majori accidet, cum vaſta aliqua procelloſa nubes magna electricitate prædita primum incipiat cum tellure communicari. Cum enim maxima & in ſubjecto ſolo, & imminente nube ſupponatur electricitas contraria; ampliſſimæ, & intenſiſſimæ ſcintillæ viribus electricis proportionales a nube ad tellurem, aut viciſſim evibrabuntur.

263. VII. Hujuſmodi electricas, vehementiſſimas, atque vividiſſimas ſcintillas ſumma vi a nube in terram evibratas, & rapidiſſime longum aeris tractum percurrentes, eſſe veriſſima fulmina, ex ſupradictis patet. Finge parumper phialam Lugduno-Batavicam paulatim augeri, quoad parvam aliquam nubem adæquet: ſi tum vero electricitas in illa, ut in experimento communi fit, accumularetur, & ſcintilla extraheretur; qui tandem eſſet vibratæ ſcintillæ ſplendor, impetus, moles, intenſitas, rapiditas? Quanam vi, fragore, & violentia irrumperet, evibraretur, in ictu oculi ſeſe per longiſſimum ſpatium projiceret? Quoſnam effectus in obſtantibus corporibus, in quæ exploderetur, efficeret? Tum vero violentiſſimum haberemus fulmen, ut tenuiſſimum in experimento communi excitamus.

VIII. Fulmina, & fulgura unum idemque reapſe ſunt, ſcintilla nimirum electrica ab una ad aliam nubis partem, a tellure in nubem, aut viciſſim evibrata, & exploſa. Scio, a nonnullis illa tantummodo dici fulmina, quæ una cum vivido ſplendore, qui oculos acute feriat, cum tonitru etiam, & fragore exploduntur; fulgura vero illa, quæ nullo ſtrepitu ſilenti Cælo ſæpiſſime evibrantur, & vivido lumine oculos perſtringunt: Loquere, ut magis arriſerit: qualecumque tamen illud diſcrimen ad rei ſubſtantiam non ſpectat, ſed a majori vel minori materiæ electricæ denſitate, copia, mediorum reſiſtentia, conductorum diſpoſitione, & ſimilibus aliis circumſtantiis pendet: cum eadem aliunde ſit utriuſque phænomeni materia, ignis nempe electricus vivide evibratus, exploſus, & celerrime per nubes, magnumque atmoſphæræ tractum diſcurrens, & vaſtiſſimum horizontis, & hemiſphærii ſpatium vivida luce illuminans.

264. IX. Fulmina igitur, & fulgura nihil aliud sunt, quam naturalis electricismus terræ, & atmosphæræ, atque ejusdem electricismi effectus. Naturalis, inquam, electricismus inæqualiter in atmosphæra, & tellure, eo tempore, quo fulminat, & fulgurat, distributus, atque ob naturalem sese expandendi vim ad æquilibrium, & æqualitatem maxima semper vi adnitens.

PHOENOMENA,

ET

COROLLARIA.

265. *Quæ hactenus diximus, experimentis ut plurimum constant; ex iis vero notissima fulminum phænomena sponte adeo descendunt, ut major traditæ doctrinæ confirmatio haberi non possit. Quæ igitur subjiciemus, propositionem non modo magis evincunt, & explicant, sed eas etiam difficultates solvunt, quæ adduci possent contra hactenus expositam doctrinam.*

PHOENOMENON I.

266. *Habemus primo summæ illius, atque prodigiosæ velocitatis caussam, qua fulmen per longissimum atmosphæræ tractum in ictu oculi transcurrit. Proprium id enim est materiæ electricæ phænomenon, atque effectus, quæ in parvis etiam nostris machinis, ubi minima electricitas viribus, arteque humana excitatur, & colligitur, per catenam, seu conductorem 2 aut tria milliaria longum ita celerrime ab uno ad aliud extremum transcurrit, ut nulla hominum industria ne minimum quidem tempus in hujusmodi transcursu animadverti hactenus potuerit: sed uno eodemque temporis momento, quo extremitatum alteri communicatur electricitas, in alia insimul sese prodat* (a). *Physica hujusce velocitatis caussa est maxima illa sese diffundendi vis, & ela-*
sti-

(a) *Vide Lectiones de Electricitate.*

ſticitas, qua materia electrica prædita eſt. In hac Electricisſmi proprietate ſiſtimus; ulteriorem & ſimpliciorem ejus cauſam ignoro: ſatis mihi eſt, eam vim exiſtere in natura, eſſeque velocitatis fulminis ſufficientem cauſam. Quare ex ſumma fulminum celeritate recte argumentamur contra eos, qui illam vel ex gravitate, vel ex projectione, atque exploſione e nubibus, quaſi a tormento bellico repetebant: perperam tamen id fieret contra vim aliam a gravitate, & pulveris nitrati exploſione diſtinctam, quæ proculdubio exiſtit in natura, & ad effectum producendum, atque explicandum eſt omnino ſufficiens.

PHOENOMENON II.

267. Quod fulmen etiam fulgur, hoc eſt, vividiſſimum lumen circumquaque diffundat, quod oculi vix ferre poſſint; alia eſt ſcintillæ electricæ proprietas, & peculiaris character: materia electrica præter alias hanc etiam habet ignis proprietatem, quod lucem circumquaque, & vivide quidem emittat; cum ita colligitur, ut ſcintillam ex uno corpore ad aliud evibres, ut multiplici, ac communiſſimo experimento edocemur: igitur illamet materia, quæ e nubibus ingenti cum fragore evibratur, eſtque verum fulmen in ictu oculi ab uno ad alium remotiſſimum locum pertranſiens, vividiſſime etiam lucet, vaſtiſſimumque ſpatium illuminat, eſtque verum fulgur. Quare nihil aliud in fulmine agnoſcimus, quam unam eamdemque materiam electricam, quæ, cum in aliquo corpore denſior, & magis collecta eſt, quam in aliis; ab illo evibratur, tranſvolat, citiſſime procurrit, lucet, & mille alia edit notiſſima phænomena. Luminis naturam, mechaniſmum, & actiones explicare, hujus loci non eſt: probaſſe ſufficiat, materiam electricam ſuopte ingenio evibrari, fulminare, & fulgurare.

PHOENOMENON III.

268. Tonitrus horrendique fragores, quos in fulminante Cælo audimus, ſunt evibratæ ſcintillæ electricæ conſequens, atque neceſſarius effectus. Cum e machinæ electricæ conductore, aut catena valde electrificata, imprimis vero e phiala Lugduno-Batavica ſcintillam elec-

ctricam admota digiti extremitate excitamus; scintilla, praecipue, si vehemens sit, atque valde intensa, cum stridore, & fragore aerem perrumpit, & se se in digitum proripit. Hujusmodi fremitus, & stridor, qui in minima illa scintilla artificiali, per minimum aliquorum pollicum spatium projecta, est tenuissimus, & citissime evanescit, si scintilla electrica esset naturalis, & infinite fere intensior, atque per longum atmosphaerae tractum evibraretur, in horrendum etiam augesceret, & verteretur diuturnum fragorem, seu tonitrum. Effectus scilicet esset semper crescenti causae proportionalis. Fremitus & stridor a violenta illa vi enascitur, qua scintilla explosa aerem, corpus nimirum origine electricum, & electricitati externae maxime resistens, perrumpit, & velocissime dividit, atque propellit, ut in nitrati pulveris inflammatione animadvertimus. Fac ergo violentissimam, & intensissimam scintillam summo impetu per longum aeris tractum perrumpere, illumque violentissime propellere: totus ille aeris tractus fragorem edet rumpentibus viribus proportionalem: cum igitur fulmen sit violentissima scintilla electrica maximo impetu evibrata; horrendum post se fragorem edere opus est.

269. *In hujusmodi fragoribus, seu tonitribus plurima notantur phaenomena, quorum explicatio ex eodem fonte descendit.* Primo: *Scilicet multiplex in diversis tonitribus, seu fulminibus, immo & in uno, eodemque fulmine percipitur soni differentia, initio v. g. acutus, postea paullatim ingravescens, deinde horrorem incutiens, & paullatim remittens: aliquando etiam uniformis; incipit nonnumquam satis vehemens, exinde languescit, repente deinde augetur, eoque pacto plurima in eo animadvertimus, atque distinguimus discrimina. Universa autem diversitas, & fragoris distinctio a minori, majorive ignis electrici, seu evibratae scintillae copia, ac densitate, a varia aeris, seu atmosphaerae, per quam transit, resistentia, a diversa etiam fulminis distantia, scintillae divisione, & similibus aliis de causis, quae obviae sunt, & facile intelliguntur, originem ducit. Uno aut altero exemplo rem omnem explicabimus. Fulmen, seu scintilla electrica naturalis longum percurrit iter: ea vero dirigitur, qua nubes aptum efficit conductorem. Nubes, seu naturalis conductor tortuosum ut plurimum iter, & semitam format: altius, humilius*

lius jacet, prout & gravitas, & aliæ suspensionis vaporum causæ exigunt: hac etiam in parte copiosior & facilior est conductoris materia, in alia vero difficiliorem efficit tramitem. Cum igitur in diversis nubium, seu conductoris, & tortuosi tramitis partibus multipliciter varietur & aeris resistentia, atque densitas, & evibratæ etiam scintillæ impetus, intensitas, & violentia; consequens inde est, ut fragores, seu tonitrua ab illis causis orta multiplici discrimine distinguantur.

270. Fragor, seu Tonitrus eo erit diuturnior, quo longior fuerit atmosphæræ tractus a fulmine percursus. Ab omnibus enim, & singulis semitæ seu conductoris partibus sonus editur; cum igitur fragor a partibus valde a se invicem, & ab aure remotis edatur; aliunde vero sonus successione temporis & lente propagetur, fit, ut non simul ad aures perveniant fragores: a vicinis atque a remotis partibus editi. Opponi hic posset, fulminis fragorem in eodem fere temporis momento ab omnibus semitæ, & conductoris partibus produci, cum in oculi ictu longissimum illum tractum scintilla percurrat, & percurrendo edatur fragor. Verissimum hoc est, neque nobis contrarium. Fragor & tonitrus est diuturnior sonus, qui & eodem temporis momento a partibus valde inæqualiter ab aure distantibus producitur. Concipe lineam ab aure tua per duo milliaria distendi, per eamque in oculi ictu fulmen percurrisse: tonitrus, & fragor ab eo fulmine editus tandiu durabit, quamdiu sonus duo milliaria conficere posset, hoc est, 9 fere minutis secundis: tantum enim temporis requiritur, ut sonus a parte duo milliaria ab auribus remota ad aures perveniat. Quare tonitrus insimul editur, sed consequenter, & paulatim auditur: ejusque partis prius auditur sonus, quæ auribus fuerit vicinior; cum citius ab illa ad aures perveniat. Si igitur fulmen versus nos dirigatur; sonum posterius editum, hoc est, ab aere nobis proximiore prius percipiemus: postea vero sonum prius, & remotius ab vibrato fulmine productum, ut ex dictis evidentissime constat.

Et hinc etiam est, quod illud fulmen, quod prope nos scintillat, evibratur, ibique edita strage dissipatur, & evanescit, quin longum atmosphæræ tractum percurrat, momentarium tantum fragorem producat, qualis v. g. ab tormento bellico edi solet. Multiplici id experimento habemus, atque in iis potissimum fulmini-

 bus

bus observatur, quæ e terra erumpunt, & citissime explosione ipsa dissipantur prope telluris superficiem.

PHOENOMENON IV.

271. *Fulmina arbores potissimum, montes, turres, aliaque editiora loca impetunt, atque feriunt: hujusmodi autem phænomenon ex notissimis materiæ electricæ proprietatibus, & indole descendit. Editiora loca, puta montes, arbores proceræ, turres, cum magis a terra eleventur, ab procellosis atmosphæræ nubibus prius, & potius tanguntur, quam planities: intra nubes etiam profundius penetrant, ab iisque circumdantur: cum ergo nubes sint materia electrica refertæ, & tamquam naturalis conductor, aut capacissima catena electrificata, aut amplissimæ naturales phialæ spectari possint; montes, arbores, turres, corpora scilicet communicatione electrica, & cum telluris globo communicantia, spectari debent, tanquam expertor, qui electrificatum conductorem tangit, ab eoque scintillam excitat, atque educit. Uno verbo, nubes procellosæ electricæ in terram moventur, & paulatim subsidendo appropinquant; in prima ergo illa corpora communicatione electrica, & cum tellure communicantia, in quæ descendendo, aut procedendo incurrerint, electricitatem suam exonerant, & quasi onustum nitrato pulvere sclopetum, aut elastica chorda violenter adducta; vim suam, atque scintillam electricam evibrant, & explodunt: prima autem illa corpora sunt montes, turres, proceriores arbores &c. Ex ipsa igitur electricæ materiæ natura sponte descendit naturalis, & obvii hujus phænomeni explicatio.*

272. *Deberent tamen, inquies, proceriores semper sylvæ alicujus arbores fulmine tangi, non vero humiliores, cum altius ascendant, & prius a nube, hoc est, ab electrificato conductore tangantur: oppositum tamen sæpe videmus. Resp. Teneret argumentum, si tam humilis, quam procera arbos per unam eamdemque nubis partem assurgerent, aut si omnes, & singulæ procellosæ nubis partes, quæ ab arboribus tanguntur, æqualem haberent electricitatem, & perfecte inter se communicarent, ita ut materia electrica ab una ad singulas omnes nubis partes eadem facilitate pertransire posset; vel tandem, quod caput est, & difficultatem solvit,*

vit, si nubes inferius in unicam superficiem horizonti parallelam desineret, & æque ab omni parte descenderet: omnia autem hæc & ultimum potissimum sunt falsa. Inferior procellosæ nubis superficies est admodum inæqualis, in cuspides, valles, colles inversos desinens. Si aliquando inæqualem terræ tractum, collibus, scopulis, & id genus aliis intercisum telescopio objecta invertente observasti, collesque, turres, scopulos deorsum versus & in aere pendulos adspexisti; inferioris nubium superficiei ideam tibi comparasti veræ parum absimilem. Hinc fit ut nubes ob inæqualitatem ramorum deorsum vergentium humiliorem potius, quam elatiorem arborem, turrim, montem sæpe contingat. Ea propter sæpe procellosæ nubis cuspides tubercula, & prominentes partes ad humilem plantam, casam, mapalia, solum pertingunt, per illaque scintilla electrica exploditur, dum interim arbor procera, turris, mons versus profundam aliquam nubis vallem, atque angulum assurgit, illamque minime tangit, atque hoc pacto ab omni fulmine servatur immunis. Et hinc mirum non est, quod in ipsas etiam planities, & alia humiliora loca fulmina multoties explodantur.

273. *Adde, quod materia electrica per corporum potius cuspides emittatur, aut recipiatur, ut experimentis edifcimus, & in loco tradimus: montes autem, turres, arbores, & alia hujusmodi spectari possunt, tamquam naturales cuspides vastissimi hujusce terrestris globi, ut ex se patet: nil igitur mirum est, si per hujusmodi cuspides facilius, & frequentius in tellurem, aut e tellure displodantur fulmina: præcipue cum eadem illa corpora ex multis aliis capitibus fulminum ictibus pateant. Qui igitur mediis in agris, dum cælum pluit, grandinat, fulgurat, vitandi fulminis caussa sub arbores confugiunt, se seque earum truncis applicant, potiusquam sibi caveant, se se exponunt periculo.*

PHOENOMENON V.

274. *Arbores tamen præ turribus, domibus, & aliis similibus, cæteris paribus, a fulmine tangi, comperta res est. Multoties etiam accidit ut homines aut animantia alia sub arbores confugientia, evitandæ tempestatis gratia, evidentiori periculo sese exponant: partim scilicet, quia arbores ipsæ frequentius, quam aper-*

ta planities fulmine feriantur, partim etiam, quia fulmina in arbores displosa, ab arboris trunco, per quem descendebant, ad homines trunco ipsi applicatos, aut prope stantes involent, in iisque stragem edant, quam alioquin ipsimet arbori inferrent. Hujusce rei causa a nota quoque materiæ electricæ proprietate dependet. Materia electrica in corpora metallica præ humidis, aut animantibus, in humida aut animantia præ siccis disploditur, atque evibratur: & hinc in metalla potius, quam in vegetantia, & sicca corpora se se projicit scintilla. Omnia hæc ex machinis, atque experimentis electricis ediscimus. Fulmen igitur, seu scintilla electrica naturalis a nube, seu naturali conductore domos, & arbores tangente explosa per arbores potius, quam per muros evibratur. Per arboris vero truncum decurrens, cum ad eam altitudinem devenerit, cui homines, aut alia animantia accumbunt, aut applicantur; in ipsamet animantia, corpora scilicet minus resistentia, faciliusque materiam electricam admittentia, & transmittentia, sese projicit, arborem relinquens.

275. *A plurimis accepi, fulmina in navim decidentia, cum ad aquæ libellam perveniunt, dissipari nullamque ulterius stragem edere. Phænomenon forsitan aliquando est verum, quandoque etiam falsum: utcumque res sit (neque enim illius auctor esse velim) si aliquando accidit, erit id electricitatis genio, & naturæ conforme. Materia electrica in humida corpora facillime recipitur, per eaque diffunditur, dissipatur, transmittitur: naturalis igitur scintilla seu fulmen ad aquæ maris libellam, h. e., ad magnam aquarum viciniam perveniens, per aquas dispergitur, & evanescit.*

PHOENOMENON VI.

276. *Vulgaria illa fulminum phænomena, seu effectus, quod scilicet aurum, aut alia metalla intra crumenam, gladium in vagina, vinum dolio contenta dissolvant, in fumos, & vapores resolvant, crumenis tamen, vaginæ, dolio parcant, atque intacta relinquant, aliaque multa iis similia peragant, ex notis materiæ electricæ proprietatibus, atque viribus descendunt. Scimus enim scintillam electricam in metalla & fluida se se maximo cum impetu projicere, aliisque corporibus parcere, seu potius alia corpora illi resistere, eam repellere, neque facile intra se admittere: dum ergo cru-*

me-

menis, vaginæ, dolio, ficcis nimirum corporibus, & origine etiam multoties electricis parcit, ab iis non recipitur, neque ullum sensibilem effectum in illis producit, in contenta corpora metalla aut fluida violentissime incurrit, per totam eorum massam penetrat, eos in illis effectus producit, qui sint fulminum viribus proportionales. Aliquando metalla fundet, in calcem, vitrum, fumos resolvet pro varia ipsorum corporum natura, & scintillæ viribus: nonnumquam vero ex parte fundet &c. Hæc etenim *omnia cum scintillæ electricæ artificiali, tum etiam naturali communia sunt.*

277. *In hominibus fulmine tactis multiplicia hæc, atque diversa phænomena passim observantur. Sunt qui in ictu oculi enecentur, quorum cadavera arida ut plurimum, atque exsiccata remanent dissipatis, atque in vaporem resolutis humoribus, in quos potissimum exeritur violentissima fulminis efficacia. Sunt etiam, qui violentissime, citra mortem tamen, succutiantur: eos diceres scintilla Lugduno-Batavica tangi: in aliquibus singulare id peragit fulmen, ut præter succussionem omnes corporis membrorum pili ad intimas usque radices exurantur, & dispareant, quin aliud a fulmine patiantur malum. Sunt etenim pili vegetantes plantæ tenerrimæ, suis etiam humoribus nutritiis imbibitæ; in illos perrumpit electricus ignis; cumque minimam illic resistentiam offendat, eos citissime comburit, & in vapores resolvit.*

PHOENOMENON VII.

278. *Circa motum fulminum præter velocitatem jam superius explicatam sequentia potissimum observamus.* I. *Fulmina ut plurimum ab una ad aliam nubis partem, a nimbi capite ad ejus brachia, aut ramos, ut ita dicam, aut ab uno ad alium ramum transcurrunt.* II. *Sæpe tamen a nube extra ipsam per medium aerem erumpunt, se se projiciunt & in corpus aliquod displodantur, inter quod, & nubem non multum aeris interponitur. Cum hoc secundo modo fulmina evibrantur; ante fulminis displosionem quidam in pervadendo aere sibilus, seu stridor, aut fremitus sentitur, ut propria observatione comperit* Walis (*a*). III. *Fulminum semita*

(a) *Transact. Angl. apud Beccaria Elettr. natur.*

ta plerumque est obliqua, & multiplici angulo, acuto, obtuso, recto flectitur. IV. Multoties accidit, ut in medio interrumpatur, ita ut in duobus oppositis extremis fulgur appareat, quin in loco, seu nubis parte intermedia aliquid scintillæ deprehendatur: non eadem etiam ejusdem fulminis in tota ejus semita splendor; sed magnum plerumque est inter unam, & aliam partem intensitatis discrimen. V. Cum arboris alicujus fulmine tactæ examinatur truncus, atque fulminis vestigium, & viam observamus; non unum ubique eumdemque effectum animadvertimus: finditur aliquando ramus, aut etiam truncus usque ad quamdam altitudinem, post quam nulla amplius fissura, aut fulminis vestigium invenitur: truncus nonnumquam a summo fastigio ad radicem usque in plura schidia finditur. Foramen per medium arboris truncum a fulmine apertum raro est, rectum, uniforme, aut continuum, sed tortuosum, multiplici angulo, atque curvatura inflexum, sæpe etiam dividitur in plura minora foramina. Interrumpitur etiam, atque in pluribus trunci partibus penitus dispare, & iterum postea animadvertitur, unicum, aut multiplex, tortuosum similiter, iisdemque, ut prius, inæqualitatibus distinctum. Similia phænomena edunt fulmina, quæ per domorum parietes, contignationes, portas, vitra, & cameras percurrunt, atque in iis tandem dissipantur.

279. Omnia autem hæc, & bene multa alia fulminum phænomena relatis omnino affinia sunt pura materiæ electricæ corollaria, quæ ex ejus proprietatibus necessario consequuntur, ut modo paucis indicabimus, Materia, & scintilla electrica artificialis aut viam sibi facit, ut ab uno ad aliud corpus evibretur, aut per factam transmittitur: primum observamus, cum scintilla e conductore per interpositum aerem evibratur in corpus communicatione electricum, & conductori ex unius aut alterius pedis distantia admotum. Tunc enim cum conductor sit valde electrificatus, scintilla viam sibi per medium resistentem aerem cum fremitu facit. Secundum in materia electrica per conductorem, aut catenam transmissa locum habet. Conductor metallicus est via materiæ electricæ semper aperta. Scintilla etiam & materia electrica, ejusque vis & effectus intenditur, remittitur, distribuitur, aut unitur, lucet, extinguitur, iterum accenditur, dissolvit, destruit, inflammat

pro

pro varia intensitate, quam in via habeat, atque pro diversa etiam materiæ quantitate, conductoris divisione in varios ramos, & similibus aliis de causis. Ex hac materiæ electricæ indole, experimentis quotidianis confirmata, relata omnia phænomena derivantur.

280. Ad primum: *Per mediam nubem ut plurimum percurrit fulmen; quia nubes ipsæ, utpote corpora vapida, ac proinde maxime humida, & communicatione electrica, sunt aptissimi electricitatis conductores, per quos summa velocitate evibrantur fulmina, ut ab uno extremo, ubi magna est electricitas, ad oppositum, ubi remissa est, explodatur, atque ad æquilibrium componatur in diversis illis corporibus secundum ejus indolem, & virtutem.*

281. Ad secundum: *Si tamen nubes ipsa sit magnopere electrica, & alicui corpori in terra posito, communicatione electrico, sit vicinissima, ita ut exiguus aeris tractus tantummodo interponatur, sitque magnæ intensitatis differentia in nube, & in subjecto illo corpore; materia electrica nubis summo impetu per medium aerem irrumpet, & in subjectum corpus evibrabitur: id enim ipsum in machina electrica observamus. Sibilus ille, aut fremitus ante fulmen animadversus, a materia electrica provenit, quæ contra aerem adnitens, eumque jam perrumpere, & dispellere incipiens, viamque sibi, & majori materiæ torrenti aperiens, prædictum fremitum producit, fulminis jam jam displodendi prænuntium. Id enim vero, aut similia observamus in machinis electricis. Rem confirmat, quod si per vacuum aut evibretur scintilla, aut fluat torrens electricus perennis, nullus audiatur strepitus.*

282. Ad tertium: *Via fulminis est obliqua, ob tortuosum conductorem, per quem transmittitur: hujusmodi conductor est nubes, eæque nubis partes, quæ magis sint vapidæ; atque communicatione electricæ: hæ autem partes continuam quamdam corporum seriem componentes, rarissime in lineam rectam disponentur, sed multiplici angulo, curvatura, & flexibus eam tortuosam semitam efficient, quam fulmina percurrere animadvertimus.*

283. Ad quartum: *Si naturalis ille conductor in aliqua nubis parte in multiplices ramos dividatur, aut in magnam capacitatem amplietur, exinde vero vel omnes rami in unicum iterum confluant, vel conductoris am-*

amplitudo iterum coarctetur; fulmen dum per multiplices illos ramos, aut amplissimam conductoris partem distributus transit, non apparebit; quia per multiplicem, aut ampliorem conductorem distributus minus habet virium, magisque debilitatur: in ratione scilicet inversa amplitudinis semitæ magis minusve crescentis. Eadem utrobique est percurrentis materiæ velocitas; sed quo majus fuerit spatium, magis ipsa erit dispersa, atque rara. Hinc igitur est, quod uno eodemque tempore idem omnino fulgur in diversis, atque interruptis locis appareat, & evibretur; materia scilicet electrica per semitam continuam æquali velocitate percurrit, sed non in omnibus conductoris, aut semitæ partibus lucet.

284. Quintum *ex modo dictis facile intelligitur. Scintilla electrica intra arboris truncum, sicut intra nubem, eam semitam, & viam sequitur, qua minor est resistentia, & conductoris partes ad scintillam deducendam aptiores ducunt: hujusmodi autem partes naturalem & continuum conductorem per mediam arborem componentes, modo in plures ramos dividuntur, modo unicum efficiunt truncum: hae in parte angustiorem componunt semitam, illa vero ampliorem. Materia igitur seu scintilla electrica, quæ dum per unicum, & angustum quidem conductorem evibratur, satis habet virium, atque violentissimi impetus, ut conductorem ipsum rumpat, dissipet, inflammet, eoque pacto arborem findat, aut foramen aperiat, nihil simile in illa arboris parte efficiet, ubi ob conductoris in plures ramos divisionem eademmet electrica scintilla per diversos canales, seu conductores dividitur, & divisa debilitatur. Magnam vero iterum stragem inferet in inferiori alia ejusdem arboris parte; si multiplex ille conductoris ramus iterum confluat, & coalescat in unicum truncum. Omnia alia, quæ in fulminum vestigiis, atque effectibus in arboribus, intra domorum conclavia observamus, sunt iis modo explicatis analoga, atque iisdem de causis ab electricis scintillis peraguntur: in iis igitur explicandis non immorabor, cum ex dictis nullo negotio deducantur, atque explicentur.*

PROPOSITIO XXIII.

285. *Maxima fulminum pars evibrantur e nubibus, aut per nubes transcurrunt: aliqua e terra sursum erumpunt,*

punt, aliqua etiam intra terram ab una in aliam partem disploduntur.

Hæc propositio est expositæ hactenus doctrinæ corollarium, atque observationibus præterea innititur. Primo enim habemus è procellosis nubibus atque illarum ramis alias esse *positive*, alias vero *negative* electricas, & in utroque casu copiosissimos materiæ electricæ torrentes a nubibus in terram, aut vicissim a terra in nubes transmitti, è metallicis filis vehementer scintillare, ac secundum pennicilli, aut stellæ speciem projici: ignis igitur electricus, hoc est materia fulminum, & consequenter fulmina ipsa secundum ejus materiæ indolem non modo disploduntur a nubibus in terram, sed a terra etiam in nubes.

286. II. Fulmina, quæ e tellure proxime eruperint, & in aerem fuerint displosa, in transactionibus anglicanis, & Bononiensis academiæ actis, & alibi passim referuntur. Ad eorum numerum spectant superius a nobis relata, & omnia illa, plura vero sunt, quæ multoties in cavernis, & subterraneis aliis locis, intra domorum etiam conclavia repente accenduntur, momentarium horrendum edunt tonitrum, tamquam tormenti naturalis explosionem, stragem inferunt, & in ictu oculi disparent, quin vel e circumpositis locis in aere appareat fulgur, aut fragor existat diuturnus.

287. Facile etiam mihi persuadeo, fulmina aliqua ab una in aliam telluris partem per media ipsius terræ corpora transfluere, sicut ab una ad aliam nubis partem per mediam nubem percurrunt. Est enim telluris globus, ut diximus, vastissimum materiæ electricæ promptuarium: non tamen singula corpora, eumdem globum componentia, sunt æque electrica, immo inter illa sunt aliqua origine, alia vero communicatione electrica; alia magis, alia minus electricitatis in se habent, aliqua etiam magis, aliqua minus accipiendæ, aut transmittendæ materiæ electricæ resistunt: intra globum igitur sicut in atmosphæra, materiæ electricæ æquilibrium interrumpi facile poterit: atque proinde hujusmodi materiam ab unis ad alia corpora per subterraneum naturalem conductorem magno cum impetu evibrari, dubium mihi non est. Terræmotus etiam prædictæ causæ, & subterraneis materiæ electricæ explosionibus, transcur-

fcurfibus, ruptoque æquilibrio originem fuam debent. Quæ in hac propofitione dicimus, luculentius in fequenti confirmabuntur.

PROPOSITIO XXIV.

288. *Fulmina, & copiosi illi materiæ electricæ torrentes, qui a nubibus in terram descendunt, ab una telluris parte, ubi major est electricitas, ad aliam, ubi minor est, per medias procellosas nubes provenire, & transcurrere videntur: in nubibus præterea multiplici modo excitari potest materia electrica, & fulmina edere.*

Satis hucufque demonftratum fuit, fulmina, fulgura, tonitrua effe purum putum electricifmum naturalem, aut electricitatis effectum. Innumeræ igitur horrendæ & violentiffimæ fcintillæ electricæ naturales, & copiofiffimi præterea ejufdem materiæ torrentes, &, fi ita loqui fas eft, imbres a procellofa nube in terram proripiuntur, atque defcendunt, ut fuperius etiam ex obfervationibus deduximus. Quantam enim materiam electricam vel una fcintilla e conductore, aut phiala Lugduno-Batavica in ictu oculi extrahat, non ignoramus: quanta igitur illa erit, quæ ab ampliffima procellofa nube plurimas leucas quadratas innundante extrahent innumeri illi naturales conductores, arbores nimirum, montes, turres, atque pluvius aer, immo & ipfæ aquæ guttæ? Omnia enim hæc per quadrantem, aut femihoram circiter ignem electricum e nube extrahunt. Unde tamen immenfa pene illa materiæ electricæ copia nubibus communicatur? Unde illam habent, & extrahunt? A vaporibus ne, & nubibus aliis per aerem difperfis, ab aere ipfo, an a terra? Hoc unum eft, quod modo inquirimus, & decidimus. In hac autem propofitione contendimus, nubes ut plurimum effe naturales fulminum conductores, ipfam vero materiam, & torrentem electricum ab ea potiffimum telluris parte, quacum procellofa nubes communicat, erumpere, & per nubem ad eum ipfius ramum, aut terræ partem deferri, quæ & minorem habeat electricitatem, & procellofam nubem, quafi conductorem contingat, aut proxime circumftet. Neque tamen id de omnibus generatim fulminibus, & univer-

sa materia electrica a nubibus procellosis in terram displosa, sed de maxima utriusque rei parte affirmo: aliqua enim fulmina, & materiam electricam ab una in aliam nubem, cum ad contactum accedunt, exónerari, atque evibrari, aliqua tandem intra nubes ipsas excitatione formari, & displodi, alterum est propositionis caput.

289. Priorem partem mihi probant sequentia argumenta. Si ab artificiali conductore, aut phiala Lugduno-Batavica, quamtumvis intensissime electrificatis, vel unam scintillam educimus: alterum e duobus semper evenit, nimirum vel tota illico conductoris electricitas, exhauritur, vel si qua adhuc remanet, omnes scintillæ, quæ deinceps extrahuntur, sunt semper priori remissiores, & sensim semper languescunt, ita ut citissime finiantur, nisi nova semper electricitas ad conductorem accurrat. E procellosa nube, quæ amplissimo telluris tractui supereminet, & in imbres solvitur, innumeri fere naturales conductores per horæ quadrantem, aut semihoram amplissimos materiæ electricæ torrentes in terram deducunt, ut ex filis metallicis edocemur. Ex ipsis etiam filis per totum illud tempus vividissimæ excitantur, & evibrantur scintillæ electricæ: quin subsequentes antecedentibus vivacitate cedant, aut electricitas languescere, ac minui animadvertatur. Supponamus parumper totam procellosæ nubis electricitatem, qua, dum in imbres dissolvitur, omnino exonneratur, in ipsa jam contineri, cum fila edere cæperunt scintillas. Tum vero aut primæ filorum scintillæ totam nubium electricitatem exhaurirent, atque extraherent, aut saltem (si tanta statuatur in nube materia) scintillæ post primas paullatim semper languescerent. Cum igitur contraria omnia observemus; dicendum est, copiosissimos illos electricæ materiæ torrentes non contineri simul in nube, sed aliunde adduci, & per nubem quasi per conductorem transmitti: præcipue cum scintillæ non modo non languescant, sed multoties etiam magis intendantur versus tempestatis finem.

290. Unde tamen copiosi illi materiæ electicæ torrentes in nubem? Ab aere ne, an a vaporibus, aut aliis nubibus hac illac per aerem sparsis? At Aer, corpus origine electricum materiæ electricæ tam aci-

cipiendæ, quam emittendæ resistit; licet enim plurimum ignem electricum contineat, illius tamen est tenacissimus: & sicut alterius electricitati resistit, ita propriam tenacissime retinet (a). De vaporibus, & nubibus separatis quæri similiter potest, unde electricitatem, siquam habeant, acceperunt? Non inficior, ut jam dixi, aliqua fulmina a separatis illis nubibus evibrari, cum illæ ad procellosam nubem adjunguntur. Si enim sint inæqualiter electricæ, ut plerumque fit, ab una ad aliam reparandi æquilibrii caussa evibrabitur ignis electricus. Sed circa has nubes separatas, & paullatim ad procellosum nimbum se se adjungentes, comperta habemus sequentia, eas esse ut plurimum *negative* electricas, cum procellosæ nubes habeant positivam electricitatem: aut saltem electricitatem potius, & frequentius a procellosa nube accipiunt, quam illi impertiant, minoremque proinde habent vaporem. Fulmina igitur a procellosa potius in adjunctam nubem, quam e contrario exploderentur.

291. *Secundo*. Adscititiæ hujusmodi nubes & magnitudine, & numero exiguæ tot fulminum materiæ suppeditandæ, quot e procellosa sæpissime nube erumpunt, impares omnino sunt: cum sæpissime efformentur nimbi, fulminum numero horridi, dum raræ, & paucissimæ in atmosphæra existunt separatæ, atque adscititiæ nubes. *Tertio*: Cum in copiosissimum imbrem jam resolvitur procellosa nubes, totamque alicujus loci circumpositam atmosphæram obumbrat; nullæ jam tum supersunt adscititiæ nubes a nimbo separatæ, sed omnes quotquot in ejus loci cælo erant dispersæ, adsunt præcipuæ nubi, aut nimbo adjunctæ, & tota procellosa nubes eamdem ubique habet densitatem: nihilominus tum maxime ingeminantur, & intensiora sunt fulmina, & major in filis metallicis animadvertitur electricitas: hæc igitur, sicut & universa illa fulmina non proveniunt ab ejusmodi nubibus.

292. Attamen, opponis, vastissima est procellosæ nubis capacitas: in illa proinde tota illa materia electri-

(a) *Beccaria loc. cit.*

ctrica comprehendi, atque contineri potest, quæ per semihoram in tellurem descendit, atque tot fulminibus ignem electricum suppeditat. Deinde nullas adscititias nubes etiam tum nimbo adjungi, cum ipse jam in imbrem solvitur, auctor esse nolim; cum interea temporis neque procellosæ nubis latera, & circumstantem atmosphæram, neque superiorem ejus partem observare possumus. Respondeo. Amplissima est nubis procellosæ capacitas, sed per innumeros etiam conductores materiæ electricæ torrentes in terram emittit. Deinde procellosas nubes non tantum a parte inferiori, sed etiam a lateribus, & a superiori parte observamus; cum scilicet e loco nubibus altiori, aut extra procellæ ambitum rem contemplamur; undecumque autem observationem instituamus, nullæ aut rarissimæ apparent adscititiæ nubes, e quibus derivari possint prodigiosi illi electrici torrentes. Iterum tamen dico, de integro effectu loquor: plurima enim fulmina etiam dum in pluviam aut grandinem solvitur procella, ab adscititiis evibrari nubibus, convenio: idem ne dicam de omnibus, aut maxima etiam effectus parte, faciunt expositæ hucusque rationes.

293. *Secundo*: Procellosæ nubes aliqua semper ex parte horizontem attingunt, & cum telluris globo communicant: & licet interdum sensibilem nubium cum terra contactum non despiciamus; id vel ex distantia, & locorum dispositione, atque situ provenit; vel eo quod non densa ipsa nubes, & augescentis nimbi caligo, sed aliquæ vaporum virgæ, columnæ, rami & terram, & densam nubem attingant, neque tamen sint satis densi, atque obscuri, ut ad observandum esset opus. Uno verbo; nubes illa, quæ plerumque est procellæ initium, & prima, ut ita dicam, basis, aut fermentum, cum horizonte communicat, sensim augescit, ampliatur, ascendit, expanditur, circumpositas nubeculas ad se trahit, & secum unit, ramum unum, vel alterum versus aliquam horizontis plagam paullatim extendit; hujusmodi ramus, dum extenditur, paullatim crassescit, circumpositas separatas nubeculas sibi adjungendo, & interim in longum semper diffunditur, quo ad in editiorem aliquem terræ locum, montem, collem incurrat, aut pondere, vique suæ electricitatis parum-

per ad horizontem descendens, cum aliquo tandem telluris tractu communicat, & in imbres per totum illum tractum solvitur. Dum interim hæc omnia fiunt, fulmina a procellæ basi per totam deinceps nubem, ejusque ramos, aut vicissim, fulgurant, & evibrantur; ita ut pro ratione intensitatis, & multiplicitatis fulminum in ipsius nimbi capite, ac basi, & ramo velocius efformetur, ascendat, amplietur procella, atque promoveantur seu exerantur rami (*a*). Hæc, inquam, quæ communissima est, formandæ tempestatis ratio, progressio, ampliatio, diffusio, & tandem resolutio satis evincit, ipsummet nimbi corpus electricitate paullatim formari, assurgere, electricitate promoveri, dilatari, nubes adscititias ad sese trahere, & tandem in longinquum telluris tractum displodi; unaque secum in tellurem devolvere vapores & imbres.

294. Cum dico vapores a materia electrica deorsum etiam in tellurem trahi; propriam eorum gravitatem non excludo: immo ad unum eumdemque effectum, pluviæ scilicet formationem, & lapsum utramque caussam influere intelligo. Majorem vaporum gravitatem eos deorsum detrudere, res est manifesta; alia vero ex parte electricam materiam, dum ab uno ad aliud corpus percurrit, una secum levia corpuscula deferre, in quæ incurrit, aut in quibus ipsa continetur, vulgare est experimentum.

295. Ex his, atque aliis, quæ prudens omitto, si non certo, quod dicere non audeo, magna tamen probabilitate apparet, procellosas nubes esse plerumque, & quoad majorem fulminum numerum naturales eorum conductores ab uno ad alium telluris tractum. Ex una enim parte certum est, fulmina esse purum putum electricismum; ex alia vero aliud non est præter telluris globum, unde nubes eam materiam accipiant. Rursum in hoc fulminum, seu naturalis electricismi systemate, aut potius theoria omnia fulminum phænomena ex notis materiæ electricæ proprietatibus deducuntur.

296. Secunda propositionis pars facile ex dictis con-

(a) *Observ. Beccariæ, loc. cit. littera* 10.

constat, atque ex genio electricitatis. Si attente legas, quæ in tractatu de electricitate artificiali tradimus circa diversos modos quibus electricitas in corporibus excitatur, intenditur, transmittitur: si quænam sit nubium natura, in memoriam revoces; quænam potissimum eas efforment substantiæ, halitus, exhalationes: corpora origine, aut communicatione electrica: si tandem multiplices in tota atmosphæra, & in nubium potissimum partibus motus, & fermentationes fieri animadvertas, ut late habes in superioribus expositum; hanc alteram per te deduces propositionis partem. Nubes componit infinita fere exhalationum sulphuris, bituminum, aliorumque corporum origine electricorum vis. Subtilissimi hice halitus cum tot aliis diversorum generum exhalationibus continuata vicissitudine permixti perenni etiam fermentatione incalescunt, agitantur, fricantur. Eo perfectius hæc peragentur, quod sint naturæ ipsius opus. Hæc enim vero sunt excitandæ electricitatis ratio. Vides idcirco in nubibus exhalationum multiplicitate, & vi præditis perennem fulminum, & fulgurum veluti fontem. Hæc indicasse satis, suis quæque locis exposita. Illud unum tantummodo addam confirmationis caussa. Fulmina, fulgura, & tonitrus arte quodamodo eduntur; si sulphures, bituminis saliumque spiritus secum permisceantur, & fermententur. Nicolaus *Lemery* mixturam quamdam librarum 50. ex sulphure, limatura ferri in aqua communi solutis, ita ut partes essent æquales, sub terram posuit: novem elapsis horis flammas eructabat tellus (a).

297. Objici tantum posset, materiam electricam, si ab una telluris parte ad nubes elevatur, ut ad alium ejusdem globi tractum impetu deferatur, per ipsam potius telluris massam, & corpora, quam per medium aerem viam sibi facere, atque pertransire debuisse. Præterea enim quod in artificiali electricismo, & machinis electricis observemus, aerem materiæ electricæ dissipationi, & diffusioni resistere, illam circa conductorem retinere, neque alio transmit-

(a) *Hist. de l' Acad.* 1700. *pag.* 51.

mittere ; major sane erit aeris , quam terrestrium corporum resistentia : cum igitur materia electrica ab uno corpore in aliud per breviorem , & insimul minus resistentem , qua potest , viam dirigatur ; brevior autem sit , minusque resistentiæ in via per media corpora terrestria , quam per atmosphæram existat ; primam illam præ secunda arripiet materia electrica.

298. Resp. Ut argumentum valeret, probandum omnino esset, corpora terrestria universa minus electricitati transmittendæ resistere, quam aer . Id autem neutiquam demonstrari potest: quin immo oppositum ab electricis artificialibus experimentis constat. Scimus enim vero electrificatum corpus v. gr. conductorem metallicum, si mediis resinosis, aut similibus aliis materiis a terra separetur, vim suam diuturno tempore servare: constat etiam, eumdem electrificatum conductorem aere circumdatum vim suam paullatim amittere, aereinque, vaporibus semper impurum, eo minus materiæ electricæ resistere faciliusque illam recipere, atque transmittere , quo magis exstiterit vapidus . Jam vero duo etiam hæc omnino constant, atmosphæram eo potissimum tempore, quo tempestates efformantur, maxima vaporum vi refertam existere: ex eoque proinde capite electricæ materiæ longe minus resistere: globum deinde telluris, & suppositum procellosæ nubi tractum quamplurimis diversarum specierum corporibus, & corporum stratis esse compositum; quorum multa sunt origine electrica, ac proinde transmittendæ electricitati resistunt: ex hisce duobus sequitur, per atmosphæram potius, quam per media terrestria corpora viam sibi facere materiam electricam.

Corollaria, & phænomena alia.

299. Ex tota hac fulminum, fulgurum, tonitruum theoria præter alia jam explicata facile ulterius deduces sequentia corollaria , & phænomena . I. *In locis fulmine nuper tactis ingratum sentimus sulphuris , bituminumque odorem* . Hæ enim vero substantiæ , & copiosæ exhalationes facillime , & vehementissime electrificantur, fiuntque ad scintillas naturales, hoc est , vera fulmina evibrandum aptæ . Manifestum

rei

rei exemplum habes in relata superius observatione *Maliaci* facta.

300. II. *Ea idcirco telluris loca, aut regiones, quæ ardentibus montibus abundant, frequentioribus, atque horridioribus tempestatibus, fulminibus, sicut etiam terræmotibus, sunt obnoxiæ*. Exemplo sunt Japonia, Quitto, Perù, pluresque aliæ Americæ provinciæ, ut videre est apud *Ulloa* (a), *Charlevoix* (b), & alios passim ejusdem argumenti scriptores. Quod etiam non leve argumentum est, materiam electricam non modo tempestates, & fulmina, sed terræmotus etiam, & ardentes montes gignere. Ea enim vero sunt loca, in quibus infinita fere relatarum substantiarum existit copia. Ex contraria ratione loca sunt fulminibus raro, aut numquam infesta: propterea quod supradictis substantiis parum abundent. In vastissimis peruani regni planitiebus, cum numquam pluat, aut addensentur nubes, ignota pariter sunt fulmina (c).

301. III. *Nonnisi vere primo, & æstate tonat, & fulminat cælum*. Ea enim tempestate, cum siccior sit aer, materiæque electricæ magnopere resistat, in nubibus in atmosphæra pendulis, & resistenti aere circumdatis intendi, servarique potest electricitas inibi excitata, aut aliunde recepta. Contra vero hyemali tempore, aut autumno per atmosphæram nimis vapidam, & humidam tota dissipatur, & diffunditur materia electrica. Cum igitur intra nubes tum temporis non retineatur; neque rumpitur æquilibrium, neque disploduntur scintillæ. Res perinde accidit in machinis electricis. Humido aere, conductor, cujus munus agunt in cælo nubes, numquam evadit electricus: maxime vero dum sicco aere circumdatur. Accidit præterea, quod æstate ob vehementem solis calorem magna sulphureorum halituum vis in atmosphæram ascendit, ibique inter se, & cum aliis substantiis multiplici ratione agitati, & fermentati accenduntur, fulgurant, horrendosque edunt tonitrus: simi-

(a) *Relacion del viage al Perù*.
(b) *Histoire du Japon*.
(c) *Ulloa relacion del viage P. 1. to. 3. cap. 6.*

similia phænomena superius exposuimus, cum de aeris qualitatibus sermo fuit.

Dum ita agitantur, fermentantur, calescunt, & fricantur sicca hujusmodi corpuscula; electrica fiunt. Fieri tamen aliquando non negaverim, ut citra vim electricam accendantur in atmosphæra subtiles illæ exhalationes; eaque ratione placidiora edunt luminosa metheora inferius exponenda.

302. IV. *Hinc patet, cur prius lucem, quam tonitrum sentiamus, licet in eadem nube, & tempore eodem edita ab eodem spectatore observentur.* Lux enim, hoc est repentina electrica scintillatio momento temporis ab enormi distantia ad nos pervenit; sonus autem non nisi tarde propagatur. Hinc etiam est, quod coruscatio seu fulgur a pluribus observatoribus in varia a coruscationis loco distantia existentibus insimul spectetur, tonitrum autem prius audiant, qui fulgures loco sunt propiores. Fulgur igitur eo tempore, quo editur in nube, ab observatoribus spectatur, tonitrus autem in magna potissimum distantia, tum maxime auditur, cum jam in nube non existit.

303. Hinc quo tardius a viso fulgure tonitrum audimus, eo remotiorem a nobis esse procellam concludere possumus. Etenim, ut in loco exponimus, omnes soni eadem celeritate deferuntur, & propagantur, licet plurimum in intensione, aut remissione differant, idemque sonus tantumdem spatii initio, atque in fine æquali tempore percurrit. Notum porro est, observantibus Academicis Florentinis (a), & pluribus item aliis, sonum mille, & centum fere pedes, aut potius 1160. singulis minutis secundis conficere; 4. igitur secundis præter propter milliare italicum; 12. secundis leucam conficit. Quot igitur inter visam fulgurationem, & tonitrum minuta secunda interfluant, totidem mille pedes ab observatore distat procella. Experimento etiam compertum est, arteriæ in homine sano pulsationem minuto secundo ut plurimum respondere, digito igitur ar-

(a) *Saggi di naturali esperienze. Esperienza 2. intorno al movimento del suono.*

arteriæ applicato, pulsationes a fulgure viso ad tonitrum usque auditum interfluentes, & numeratæ certam inter te, & procellosam nubem indicabunt distantiam.

304. V. *Licet fulgur plerumque præcedat tonitrum, tonitrus plerumque coruscationem subsequatur; utrumque tamen sæpe fallit*. Coruscationem interposita nubes nonnumquam occultat, dum interim audimus murmur. Ob magnam etiam spectatoris a nube procellosa distantiam, vivida sæpe videmus fulgura, quorum murmur, sonum scilicet per crassum aërem propagatum longa illa distantia extinguit. Citra strepitum displodantur etiam aliquando in machinis electricis scintillæ, cum nullam, aut exiguam inveniunt resistentiam: puta cum per vacuum, aut rarissimum aerem evibrantur. Similis sæpe accidet in natura casus; cum in altiori atmosphæra excitabitur, & displodetur scintilla. Norunt præterea chymici eas secum ipsis substantias componere, & permiscere, ut media fermentatione aliæ quidem citra inflammationem magno cum strepitu displodantur, aliæ sine strepitu placide accendantur, & fulgurent.

305. VI. *Vulgaria illa metheora lucida stellæ cadentes vulgo nuncupatæ*, & plurima alia ignea in aere phænomena; *aut sunt omnino scintillæ & materia electrica ab una ad aliam udi aeris partem evibrata, aut non parvam cum hac causa affinitatem habent*. Per hæc tamen non inficior communem alium *stellas cadentes* explicandi modum, quem infra etiam tradam. Ad unum fortasse eumdemque effectum duæ causæ, alioquin non dissimiles, & in natura existentes concurrunt. Quod lente hujusmodi metheora accurrere videantur, nihil omnino officere potest; materia enim electrica, cum per medium non resistens, conductorem scilicet, & catenam metallicam, per nubes atque per alia hujusmodi aptissima media transcurrit, velocitate fertur, quam in catena, & fulmine observamus: si tamen per aerem aut per aliud resistens corpus transeat, lentius ad resistentiam superandum, & viam sibi violenter aperiendam movebitur. Similia multa habemus exempla in ipsismet fulminibus, quæ aliquando igneorum globorum forma hac illac, non tamen in ictu oculi transcurrere videntur; ut superius retulimus.

306. Nauticos illos ignes, quos *Castorem*, *Pollucem*, *Santelmum* nautæ appellant, cum aut ingruente, aut remittente, aut perseverante tempestate appareant, propriumque aliunde scintillarum electricarum, stellarum, aut pennicillorum characterem habeant; luceant, scintillent, discurrant, evibrentur, malo, antennis, aut aliis navigiorum partibus adhærere videantur, hoc est, tamquam stellæ, aut pennicilli electrici per aliquod tempus emittantur, aut recipiantur; vix dubium mihi superest, inter electricas scintillas esse numerandos. De his tamen inferius iterum sermo erit.

307. VII. Aliud etiam ex dictis consequitur peculiari animadversione dignum: *Quod scilicet pessime sibi, vitæque suæ consulunt, qui, dum cælum supra, aut prope illos fulminat, sub arboribus se se recipiunt, supra montes, colles, aut editiora alia loca permanent, aut prope humida, & metallica corpora consistunt; si hæc in altum eleventur, ita ut conductoris munus subire possint*. Fulmina enim, & omnes scintillæ electricæ hæc amant corpora, in illa maximo cum impetu se se projiciunt, per illaque, vix nubes ad eorum contactum, aut viciniam appropinquatur, violentissime & summa celeritate exploduntur; metallica tamen præ animantibus, aliisque humidis, humida præ siccis præferunt: quin imo sicca corpora relinquit materia electrica, ut in humida, vegetantia, animalia transiliat: hæc etiam relinquit, ut evibretur, & transfluat in metallica.

308. Quare cæteris paribus, majus erit a metallicis, quam a reliquis omnibus; ab arboribus, atque humidis, quam a siccis periculum. Alia tamen ex parte conductores metallici, si sufficienti numero, atque capacitate circum nos statuantur, ab omnibus fulminibus nos tueri, omnemque fere eorum materiam electricam in se se recipere, ac in tellurem transmittere possunt. Circa hæc ex alibi dictis animadvertendum est, per conductores longiores, capaciores, aut plures numero majorem materiæ electricæ quantitatem, copiosioresque torrentes percurrere, atque transmitti posse, quam si conductores sint breviores, aut angustiores, aut pauciores numero. Fulmina deinde alia aliis sunt violentiora, majorique impetu, materiæ copia, atque densitate exploduntur. Et hinc unus idemque con-

conductor, seu filum, aut tubus metallicus, qui ad debile fulmen accipiendum, & per sese transmittendum satis erit, ab alio intensiori fulmine dissolvetur, neque ad illud transmittendum, atque a nobis arcendum sufficiet. Generatim tamen verum semper erit, conductorem quemcumque metallicum rite dispositum vim fulminis minuere; in sese recipere, & alio derivare. *Secundo*: Melius, tutiusque a fulminum ictibus, & strage domos defendi, si plures, longiores, & capaciores conductores metallici ad earum muros, aut angulos, vel in exigua ab iis distantia statuantur, quam si angustior, brevior, aut nullus etiam sic hujusmodi conductor. Hæc omnia sunt vera, cum aliunde jam supponitur fulminis displosio. Utrum vero conductoribus hisce aliquando fiat, ut ad nos dirigatur fulmen, quod aliò, conductore sublato, dirigeretur, eoque modo periculum potius augeant, quam avertant conductores metallici; ab ulterioribus circa rem hanc experimentis, & observationibus ediscemus.

309. VIII. Tandem ut longam dissertationem absolvam, facile hæc etiam intelliguntur communia fulminum phænomena.

Fit plerumque imminentibus procellis, ut vividam fulgurationem, & insignem tonitrum subsequatur pluvia: & post copiosam pluviam evanescat paulatim procella, tonitrus, & fulgura sensim minuantur, & numero, & magnitudine. Adscititia nubes, inter quam & procellam magnum est electricitatis discrimen, nimbo jam proxima, ad illum a torrente electrico præcipitatur: atque ex violento vaporum incursu, mixtione, & unione opus est efformari pluviam. Nimbo pariter in copiosos imbres resoluto, & vapores, & cum iis electrica materia in terram labuntur. Consequens inde est, rarescere nubes, fulgura minui, & languescere, serenari cælum.

310. Homines, animantiaque cætera interire fulmine tacta, triste, & non rarum est experimentum. Tradiderunt veteres, esse laurum ab omni fulmine asylum, numquam de cælo tactam. Nulla jam est anili huic fabulæ fides. Animantia fulmine tacta suffocatione plerumque pereunt. Fulmina magnam sulphureorum halituum vim secum deferre, hujusmodi vaporibus aeris elasticitatem destrui, nos docent

cent experimenta, fuse jam superius exposita. In loco igitur a fulminibus tacto aerem nimium rarescere, elasticitatem amittere, respirationi evadere ineptum, suffocationem inde & mortem sequi, pura est & necessaria caussarum connexio. Interdum etiam præter suffocationem corpora animantium, humore penitus consumto, in cineres redigere accidit, idque est electricitatis genio conforme.

Citra mortem etiam leviora sæpe damna hominibus inferunt fulmina. Cutem aliquando innoxie lambunt: ad eum modum, quo flamma debilem vini spiritum supra manum diffusum sæpe depascit citra doloris sensum.

LECTIO VII.

De Aliis Metheoris igneis, Stellis Cadentibus, Trabe, Columna, Ignibus fatuis, Pyramide, Clypeo; præcipue vero de Aurora Boreali.

311. Stellæ cadentes sunt, quas sequentibus versibus eleganter descripsit *Virgilius* (*a*).

Sæpe etiam Stellas Cælo impendente videbis
Præcipites Cælo labi, noctisque per umbram
Flammarum longos a tergo albescere tractus:

Accensæ exhalationes stellam referentes, & noctu per aerem transcurrentes, vel prolabentes; brevi tamen dissipantur, & evanescunt. Noctu solummodo videntur, non quia interdiu sæpissime non accendantur, sed quod solari luce obscurentur. Harum materia eadem est, quæ fulminum. Immo debilia quædam fulmina habendæ sunt: ignis nimirum electricus una cum vaporibus a terra in atmosphæram elevatus, illicque collectus, accensus eaque directione ab uno ad alium locum decurrens, qua conductor, hoc est, vaporum semita ducit. Aliquando etiam idem, & similia alia phænomena edunt aliorum corporum particulæ, sulphurei scilicet, & subtiles ha-

(a) *Georg. l. 1. v. 365.*

halitus sursum elevati, & in aere fermentatione, frictione, concussione, aut alio quocumque modo accensi. Prope terram accenduntur: nullum tamen tonitrum edunt, ob nimiam, qua præditæ sunt, raritatem, & subtilitatem: neque enim omnes spiritus sulphurei, & subtiles, dum inflammantur, sonum edunt. *Stellas cadentes* arte fieri, certum est; teste *Muschembroek* (a), camphora, nitro, & limo terræ permixtis, spiritu vini perfusis, & in globum conformatis. Si eum globum incendas, & per aerem projicias; stellam cadentem, & tenuem illius facem residuam referet.

312. Ea quam modo diximus ratione fiunt plurima alia metheora ignita, quæ pro figurarum varietate diversis donantur nominibus, eademque materia constant, qua *cadentes stellæ*. Plurimæ exhalationes, halitus subtiles sursum elevati, in unum locum confluentes, in aere natantes, & casu aliquo incensi: potissimum vero vapor electricus, qui in nubibus, atmosphæra, singulisque ejus corporibus existit, plurimasque ibi mutationes patitur, atque vicissitudines, hisce omnibus causa sunt, materiam, & alimentum præbent. Perbrevis plerumque est eorum duratio; quia tenuissima, qua accenduntur, materia facile dissipatur. Si cylindricam formam referat exhalatio; nuncupatur *columna: pyramis*, si e latiori basi in acumen desinat: *Clypeus*, si figuram habeat & planam, & rotundam. Si horizonti parallela, & longa infimul existat, *Trabs: Draco*, si media in longitudine, in ventris formam intumescat: *Caprea saltans*, si rotunda quidem figura pendentes veluti circa se quosdam habeat floccos, & irrequieto simul motu hac illac dissiliat.

313. Eadem hæc phænomena commemorant sæpe veteres philosophi *Aristoteles*, *Plinius*, *Seneca*, alii. Iis nominibus donasse crediderim, quæ modo nos auroram borealem nuncupamus. Inter illa, & postremum hoc phænomenon non modo magna intercedit affinitas, sed in aurora boreali relata illa sæpe observantur metheora. Eadem omnium est materia, caussa, modus: diversa tantum nomina.

314.

(a) *Elem. Phys.* II. 1323.

314. Simile aliud observatur in cælo phænomenon, aliquibus in locis frequentissimum. Figura a superioribus potissimum differt; cum referat semper sphæram. Quod eamdem hoc etiam, ac fulmina, naturam habeat, ab iisque tantummodo viribus, intensitate, aliisque accidentibus differat, substantia vero conveniant, innumeræ passim demonstrant observationes. E multis pauca atque indubiæ fidei referre satis: in quibus nihil deprehendes, quod fulminum theoriæ non sit analogum, ex iisdemque caussis non explicetur. I. Eorum figura est sphærica: id autem fluidis in alio fluido natantibus, & ab illo undique pressis commune est: prædicti vero globi sunt fluida materia ex sulphureis, aliisque similibus exhalationibus potissimum composita. II. In Quitto, supra Andes, in Peruanis littoribus, locis equidem terræmotibus, fulminibus, hoc est, naturali electricitate admodum vexatis frequentissima sunt hujusmodi metheora: globos lucidos & igneos illic sæpissime observavit *Ulloa*. Apparebant repente in atmosphæra: claro circumquaque lumine fulgent: percursa semita satis longa evanescebant, edito fragore tormenti muralis displosionem referente (*a*). Cum a Chile in portum Callao navigaret, metheoron relato simile noctu repente accensum 4. minuta prima temporis tenuit, eo interim splendore fulgens, ut a puppi, qui in prora essent dignoscerentur. Semihora ab illius displosione transacta duplex consecutus est terræmotus (*b*).

315. III. Stellæ cadentes, seu globi illi aerei accensi aut pluviæ, aut æstus sæpe existunt prænuntia (*c*): quod etiam est electricitatis genio conforme. IV. Globorum magnitudo omnino varia: pro majori aut minori exhalationum in atmosphæra, & phænomeni loco tum temporis existentium copia. Globus ardens a *Kirckio* Lipsiæ anno 1686. observatus dimidiam Lunæ apparentem diametrum æquabat: paullatim disparuit, seu evanuit; dum tamen luxit tellurem ita il-

(a) *Ulloa loc. cit. P. 2. vol. 3. l. 1. cap. 2.*
(b) *Idem loc. cit. vol. 3. l. 2. cap. ultimo.*
(c) *Beccaria Elettr. naturale.*

illuminabat, ut ad ejus lumen epiſtolæ noctu legerentur. Cum autem idemmet globus e civitate *Schlaitz*, undecim leucis germanicis a Lipſia remota, fuerit obſervatus; illius altitudo 5. aut 6. milliaria æquabat: globi igitur diameter pluſquam 300. pedes extendebatur: erat igitur parva quædam nubes ardens, & in globum undequaque preſſa.

316. V. Multi per aerem moventur motu ut plurimum rapido: alii in eodem loco conſiſtunt, quoad tandem evaneſcant. Qui moventur quamdam poſt ſe caudam trahunt, ſeu relinquunt: omnes autem, cum diſſipantur, imo & quacumque tranſeant, ſulphureum odorem circumquaque emittunt, & poſt ſe relinquunt. Aliqui non paulatim ſed ſimul diſſipantur, ſeu potius horrendo cum fragore diſploduntur, cujuſmodi fuit, quem anno 1719. Bononiæ obſervavit *Balbus*, Lunæ apparenter æqualem, tetro colore præditum, cujus tamen lumen ſolarem lucem, cum in horizonte ortivo exiſtit, referebat. Cauda, quam poſt ſe trahebat, ſeptem illius diametros æquabat. Quatuor in illo obſervabantur tetræ veluti voragines, fumoſam materiam eructantes. Aliqui, dum moventur, magno cum ſtrepitu feruntur: alii autem taciti pertranſeunt. Ex phænomenorum igitur, atque effectuum ſimilitudine indubium mihi eſt, hujuſmodi globorum materiam eamdem eſſe, ex qua fulmina componuntur, licet aliqua interveniant diſcrimina, ex quibus ſingulares etiam naſcantur effectus igneis globis præ fulminibus, aut viciſſim convenientes.

Sunt igitur ii globi luminoſi, nubes quædam copioſiſſimo igne electrico inſtructæ, atque refertæ: & hinc non ſolum fulminis, ſed etiam (immo potius) auroræ borealis phænomena edunt: cum ex eadem materia omnia hæc metheora componantur, eamdemque habeant cauſam.

317. Alii etiam ſunt ignes, accenſam candelam referentes, qui in ſepulcretis, locisque uliginoſis noctu aliquando apparent, motuque irrequieto qualem in homine rationis impote obſervamus, huc illuc moventur, & diſſiliunt; fugientem hominem ſequuntur, ſequentem fugiunt; *igneſque* proinde *fatui* nuncupantur. Hujuſmodi ignes, quod in ſepulcretis appareant, rude vulgus Cacodæmones, aut mortuorum ani-

animas occulta Numinis providentia illic commorantes reputat, & religioso quodam refugit terrore. Eorum natura, & materia multiplex esse potest. Vel enim est eademmet, quæ fulminibus communis habetur, ut hactenus explicavimus; vel uliginosi aliqui halitus & spiritus subtiles ex diversis corporibus uliginosis erumpentes, sursum elevati, secum ipsis permisti, & naturalis fermentationis beneficio lucidum, & luminosum, non tamen ardentem, phosphorum componentes; qui tamdiu lucent, quamdiu subtilis materia non dissipetur, & evanescat. Eorum motus ab aere commoto provenit. Hominem progredientem anterior aer refugit, seu potius repellitur, sequitur posterior, in locum scilicet ab homine desertum successurus, eum igitur motum habebunt exhalationes, aut phosphori in prædicto aere innatantes. Apparent vero plerumque in sepulcretis quia dum numerosa illa, pinguia & oleosa cadavera humana putrescunt; omnis illorum materia, si ossa, & caput mortuum excipias, pinguedo, spiritus subtiles, salia, partes oleosæ sursum supra terram erumpunt, atque supra cæmeteria atmosphæram quamdam, seu subtilem nubem perenniter formant, quam nos etiam respiramus, dum illic commoramur.

318. *Ignes* ergo *fatui* sunt de specie, & natura phosphoron; illorum materia, neque ardet, neque calida deprehenditur, & nihil aliud est, quam partes viscosæ, & oleosæ putrescentium animalium, aut aliorum corporum, quæ calore solari elevatæ, & frigore deinde addensatæ perinde lucent, atque piscium putrescentium squamæ, & nonnumquam etiam aliquæ quorumdam cadaverum partes. Radii igitur, & calor solaris in hisce phosphoris producentis terrestris ignis munus agit, accedente etiam materia electrica, quam in his ignibus, & similibus metheoris magnam habere partem facile crediderim.

319. Hujusmodi ignes non tantum lucere sed calore etiam minime innoxio ardere, inde constat, quod si in aptam materiam incurrant, aut illi adhæreant; incendium non semel produxerint. Sunt & alii ignes quos *lambentes* appellant; propterea quod animalium cutem, capillos, caput, frontem lambere videantur; accenduntur enim aliquando, & apparent circa animalium capillos, frontem &c. atque ex uliginosis ha-

halitibus, & igne electrico, qui ab animalium corporibus erumpit, efformantur. Si enim animantia aliqua calidis admodum, & uliginosis alimentis aliquando nutriantur; plurimas ex se ejusdem naturæ exhalationes & spiritus emittere necesse est, qui in flammam innoxiam accendi facile possunt. Lambentem ignem produces, si felem contra pilorum inclinationem per aliquod tempus arida manu frices; obvium, & communem electricismi excitandi modum.

320. Alia tandem sunt metheora, seu accensi ignes, superius jam indicati, qui ingruentibus, augescentibus, aut remittentibus procellis in malorum, & antennarum extremitatibus, ad vela, aut chordas aliquando apparent. Si gemini videantur, *Castor*, & *Pollux* dicuntur, retento nomine hisce phænomenis ab antiquitate indito: & faustæ navigationis existimantur omen. Quodsi unus dumtaxat appareat ignis; *Helenam* veteres, *Santelmum*, corrupto sancti *Erasmi* nomine, recentiores nautæ christiani nuncupant: eodemque nomine geminos etiam appellant ignes. Persuasum scilicet iis hominibus est, *Santelmum*, seu *S. Ermum*, hoc est, *S. Erasmum* navigantes, quorum est advocatus, larvata forma invisere. Sed electrica hæc phænomena jam supra explicavimus.

§.

DE AURORA BOREALI

DEFINITIO

Seu Phænomeni descriptio, & historica adnotatio.

321. *Lux septentrionalis*, seu *horizontalis*, quam alio nomine, ob quamdam phænomeni cum vera aurora similitudinem, *auroram borealem* nuncupant, est nubes quædam rara, pellucida, & luminosa, quæ noctu, silente luna in cælo apparet, potissimum tamen in regionibus Septentrionalibus.

322. Exactiorem definitionem ex danda statim rei ipsius, omniumque ejus phænomenon descriptione habebis. Quod prope horizontem sæpe observetur,

&

& in regionibus borealibus fit fere quotidianum phænomenon, *borealis*, & *horizontalis* nuncupata est. Hujusmodi lucem septentrionalem, plurimis jam a sæculis notam, crebrius hac nostra tempestate, quam antiquis temporibus observamus; vel id a majori phænomeni crebritate proveniat, vel ab observatorum diligentia. Annis a Christo nato 584. 85. 86. 87. 992. 993. 1621. 1707. id metheoron visum esse constat. Ab anno 1716 ad 1726. nova quotannis apparuit aurora: longe crebrius ab eo tempore rem spectamus. In Laponia & aliis regionibus prope polum arcticum, omnibus fere hyemalibus noctibus lucem illam borealem observavit *Le Monier*. Fuisse illam antiquis notam, quantumvis ab iis philosophis polarium regionum ignaris alia nomina rei eidem imponerentur, ex *Aristotele* (*a*), *Plinio* (*b*), *Seneca* (*c*) constat: ut jam attigimus in superioribus. Quæ illi *columnam*, *trabem*, *pyramidem* &c. nuncuparunt metheora, aliud ab auroris borealibus non fuisse, nos modo docent ipsa phænomena. Hæ scilicet omnes in luce septentrionali spectantur luminosæ figuræ; licet auroræ boreales magnam inter se diversitatem, quoad magnitudinem, figuram, lucem, durationem, & phænomena cætera: præcipua capita, quæ aut omnibus sunt communia, aut in splendidioribus observantur, sunt sequentia. In regionibus septentrionalibus noctu sæpe luminosa illa nubes ex boreali plerumque plaga apparet: inter boream sæpe & ortum, aut occasum per plures, paucioresve gradus: e 5. ad 100. horizontalis ejus longitudo quandoque extenditur, adhæret sæpe horizonti: ab illo nonnumquam est disjuncta. Ad diversas supra horizontem altitudines diversæ pertingunt nubes: ultra 40. gradus sæpius non elevantur. Superior, inferiorque nubis limbus sunt quandoque horizonti paralleli, nonnumquam etiam flectuntur in arcus.

323. Nubes plerumque est alba, & lucida; aliis sæpe splendet coloribus: qui sæpe in alios mutantur, ite-

(a) *Metheor. lib.* 1. *cap.* 4.
(b) *Hist. nat. lib.* 2. *cap.* 26.
(c) *Quæst. nat. lib.* 1. *cap.* 15.

iterumque apparent. Integra multoties splendet nubes: pars aliquando est atra lucenti limbo, & circumferentiis circumdata: quæ in lucidam, sæpe iterum tenebranda, convertitur.

324. Ex nubis corpore, atrum illud aut luminosum existat, per superiorem ejus limbum copiosi luminis jactus e diversis partibus effluunt, aut displodunturः Hujusmodi jactus continui sæpe sunt luminis torrentes, ac si a luminoso fonte fulgentes aquæ jactus prosilirent: alii sunt interrupti, & veluti festivi radii, seu displosa lumina, alii post alios eructantur. Eos luminis jactus vividissima luce, & perniciissimo motu a communi fomite exilire, & sursum deferri, perinde ac fulgens liquor ex fonte impetu vehementissimo exiliret, recedendo tamen paulatim rarescere, languescere, dilatari, & tandem extingui, communis est observatio. Videas etiam aliquando radiorum & perennium jactuum loco, ex diversis atræ, aut luminosæ nubis partibus, veluti ex foraminibus luminosam columnam continuam paulatim assurgere, & veluti e vagina ascendendo explicari: quæ duo interdum 3. aut 4. horæ minuta durant, & jucundum observatori exhibent spectaculum.

325. Plures nonnumquam videntur columnæ, aliæ quidem ad horizontem perpendiculares, obliquæ aliæ: aliquæ etiam inflectuntur in arcum. Nonnullæ videntur a nube penitus separatæ, & in puro aere pendulæ. Non una est earum longitudo: 4. aliquando aut 5. gradus extenduntur. Videntur interdum nonnullæ a nube veluti displodi: earumque aliæ magna adeo velocitate evibrantur, ut ad observatoris Zenith pertingant, & quandoque etiam transgrediantur. In luminosis hujusmodi columnis lucem albam, rubescentem, & sanguineam diversis in locis distinguimus: quos quidem colores ita aliquando mutant, ut iridem referant. In eumdem sæpe locum undique confluunt: in eo autem, dum sibi mutuo effluentes occurrunt, permiscentur, & confunduntur, spissiorem efformant nubem, quæ vehementius, quam antea incenditur, clarius lucet, lumineque viridi, cæruleo, purpureo splendet.

Hæc eadem columnarum mixtura, relato splendo-

re edito, clara nubes superesse apparet, motumque suum versus austrum prosequitur.

326. Adeo rara est auroræ borealis materia, seu nubes mirabilia hæc & jucunda phænomena edens, ut per columnas luminosas, per nubis ipsius limbum imo & aliquando trans atram etiam nubem stellas primæ, & secundæ magnitudinis aspiciamus. Observatum aliquando, eam lucentem materiam fuisse e nube rapidissima evibratam, quæ neque sextæ magnitudinis stellas occultaret, & dum proveheretur, alterne extingueretur, & accenderetur: quod quidem postremum ad explicandam auroram borealem Londini observatam, & statim referendam nos manuducit.

327. Post phænomeni extinctionem apparet cælum raris nubibus hac illac obductum. Multoties etiam, quin ullæ appareant columnæ, nubes tantum lucida prope horizontem videtur: in qua multiplex splendoris, magnitudinis, colorum, durationis observatur discrimen.

Habes præcipua *auroræ borealis* phænomena, & descriptionem, ex accuratioribus rei ipsius observatoribus *Mairan*, *Halley*, *Le Monier*, *Muschenbroek* (a) potissimum vero a *Christophoro Mayer*, qui identidem hæc observavit in Russia (b). Antequam aliquid de illius causa, & natura statuamus, nonnulla sunt animadvertenda: *Primo*: Hujusmodi auroras septentrionales esse inter se magnitudine, figura, colore, duratione, & mille aliis effectibus diversissimas. Aliæ enim statim sub prima noctis crepuscula, nocte jam cadente aliæ apparent: Sunt quæ totam fere noctem teneant, dum aliæ paucis tantum horis, vel breviori adhuc tempore spectantur. *Secundo*: Sunt etiam lumine admodum dissimiles: aliæ scilicet auroram plane referunt, unde illis nomen inditum: Clarius etiam nonnunquam fulgent aliæ: clariorem lunæ lucem interdum imitantur, ita ut noctu, dum luna silet, ad hujusmodi phænomeni claritatem homines se mutuo discernant, epistolas legere, & civitatis ædificia distinguere valeant.

328.

(a) *Elem. Physicæ cap.* 40.
(b) *Comment. Acad. Petropolitanæ to.* 1. & 4.

328 *Tertio*: In regionibus australibus nunquam hujusmodi phænomenon observatum legi. In regionibus etiam Europæ ad meridiem jacentibus, puta, *Hispania*, *Italia*, *Græcia* raro, aut fere nunquam adspicitur. Ex adverso, quo magis ad septentrionem acceditur, eo frequentiores sunt auroræ. Bene multas *Gallia*, plures *Britannia*, & Germania, plurimas Svecia, Norvegia: frequentissimas, & fere quotidianas *Laponia*, *Islandia*, & regiones polo arctico adjacentes vident. *Quarto*: Fuisse jam aliquando, ut hujusmodi phænomenon fulgentissime lucens, celeriter prætervveheretur, multiplices sclopetorum explosiones referens, jactibusque aliquando in diversas partes emissis præliantem in cælo armatam phalangem præ se ferret credendum est, observatoris phantasiam nonnihil oculus, & ideam adjuvasse.

329. Eas igitur aereas pugnas & commissa in cælo prælia, quæ passim in antiquis historicis legimus, totidem auroras Boreales fuisse concludimus. Ea enim, quæ modo in sapientiori sæculo placide, & læti spectamus, rudioribus parentum nostrorum temporibus, in quibus pene jacebat physica, terrorem incutiebant, quasi scilicet impendentium calamitatum prænuntia, & irati numinis signum. Hujusce naturæ borealem auroram nuperrime, anno scilicet 1718. Londini, & in pluribus aliis Angliæ locis plurimi observarunt; 19. Martii, octo a meridie elapsis horis, Londini nox tamquam dies clarissima per aliquot temporis minuta secunda resplenduit: Phænomenon celerrime per aerem decurrebat, a tellure quidem adeo elevatum, ut a ducentis leucis videri posse judicaretur. In rapidissimo transcursu eum edebat strepitum, qui alternas sclopetorum turmarum peditum explosiones referret (a).

330. Nubes, seu materia hæc luminosa auroræ borealis non perinde consideranda est atque ignis flamma: alioquin enim brevissime dissiparetur, aliaque ederet phænomena, quæ nequaquam observamus. Auroræ boreales licet ut plurimum ex Septentrione ap-

(a) *Memoir. Litter. de la grand Bretag. apud Reg. Tom.* 4.

appareant; aliquando fit, ut ex meridie, & versus alias cæli plagas conspiciantur: vel quia phænomeni materia eo a ventis defertur, vel quia nubes a parte septentrionali adspicitur. Id nominatim in Svecia observabat *le Monier*: quo teste toto illo regno dum hyems est, continua fere est aurora borealis, versusque omnes partes apparet.

331. Post datam hucusque naturalem phænomeni historiam, Litterariæ etiam, seu philosophicæ historiæ pars attingenda est: nosterque tandem sensus exponendus. Quid rei sunt, quove pacto eduntur, & explicantur auroræ borealis phænomena? Lucem hanc septentrionalem halecibus referre, quorum per arcticum mare infinita fere est multitudo, quæ aliquorum fuit opinio, vix est relatu dignum. Fuere, qui ex radiis solaribus a glaciali oceano in atmosphæram reflexis rem derivarent: balbutientis physicæ idioma, & aliquid dicendi de re ignota pruritus.

332. *Hallejus* materiam magneticam ab uno ad alium telluris polum permeantem, & e septentrionali potissimum polo exundantem auroræ borealis caussam; materiam, & fomitem statuit. *Hallejo* ex parte subscripsit *Regnault* (a). At dato etiam ejus materiæ vortice, nullus hactenus in magnetis materia vim agnovit phænomena borealis auroræ edendi. Uno verbo dicam, neque illius caussæ existentia, neque virtus, neque modus constat.

333. *Mairan* auroram borealem derivat ex lumine zodiacali, seu atmosphæra solari, quam in Astronomia physica exposuimus: eam enim atmosphæram, quæ ex observationibus *Cassini* ad 100. & amplius exporrigitur gradus, ad terrestrem nonnumquam atmosphæram pertingere statuit, & secundum aliquam sui partem cum illa commisceri. Neque etiam terrestrem atmosphæram ad paucas tantum leucas, ut omnes fere physici, & mathematici, sed ad 200, 300. & amplius extendit, sententia a P. *Boscovich* etiam probata: cujus judicio ad 700., aut 800. milliaria protenditur atmosphæra. Mairani igitur sensu luminosa solis atmosphæra in terrestres vapores incidens mi-

(a) *Entret. l. 4. entret. 5.*

mirabilium phænomenorum, quæ observavimus, physica est caussa.

334. Verum nullum est satis firmum argumentum, aut experientia, ex qua inferatur terrestris atmosphæræ ad dictam modo altitudinem extensio: quin imo ultra 50. milliaria præter propter nullus ferme hujus temporis physicus crassos vapores elevari contendit. 2. Incertum plane est, & probabiliter falsum, lucem zodiacalem ad telluris usque atmosphæram pertingere. 3. Eo tamen dato, nulla esset ratio, cur frequentes ad polum, rarissimæ, vel nullæ ad Zonam torridam auroræ boreales apparerent; cum in omnes eas regiones lumen zodiacale pariter incurreret: majorque sit ad torridam, quam ad polum vaporum copia. Incurrit quidem, inquit *Mairan*, in Zonam torridam atmosphæra solis; sed a vi centrifuga ad polos semper repulsa, ubi vis illa existit minor, in iis tantum consistit, & relata edit phænomena.

335. Repono tamen: visne illa major centrifugâ zonæ torridæ nubes ad polos protrudit? Immensa pene nubium massa, illic semper formatur, addensatur. Vis centrifuga per tangentes in plano circulorum non ducit? unde igitur in latera elabitur lumen zodiacale? Hyberno tantum tempore vis illa centrifuga agit; æstate quiescit? Hoc tempore, postquam electrica experimenta innotuerunt in igne etiam electrico borealis auroræ, omniumque ejus phænomenorum caussa animadversa est.

PROPOSITIO XXV.

336. *Aurora borealis supra nubes aliquando, sed tamen intra atmosphæram existit.*

Ejusmodi phænomenon nubes interdum ab spectatorum oculis subducunt, & occultant: supra nubes igitur existit. Neque tamen id de omni boreali aurora intelligendum; cum & earum, & nubium varia & inconstans sit altitudo. Id unum adnotabo auroræ borealis, seu nubis phænomena illa edentis altitudinem definiri vix posse: ad id enim necesse esset, ut duo observatores ex dissitis inter se locis ad idem lucentis phænomeni punctum collinearent, &

angulos elevationis ejusdem puncti exacte metirentur.

337. Secunda pars: una eademque aurora borealis e paucis tantummodo locis parum a se distantibus observatur v. gr. quæ Londini apparet, e Gallia, Belgio, aut Scotia non videtur; at si supra atmosphæram existeret, ex toto pene hemisphærio deprehenderetur, ut est reliquis cælestibus phænomenis commune. *Secundo*: Aurora borealis nullum diurnum revolutionis motum habet, qui integræ celesti sphæræ, corporibusque supra terram existentibus convenit; sed in eodem semper loco hæret, vel tantummodo habet motum, quem in nubibus observamus; modo scilicet a septentrione ad austrum, & vicissim modo ab occidente ad Orientem. *Tertio*: Infra nubes etiam auroram borealem nonnumquam apparere observavit *Maraldus*.

338. Aliqua tamen jam fuit, inquies, aurora borealis ex Europæ locis inter se remotissimis observata, quales sunt Ulyssippo, & oppositus Europæ angulus ad Siberiam jacens: qui autem fieri potest, ut phænomenum, seu nubes Ulyssiponi intra atmosphæram incumbens e Siberiæ confinio adspiciatur, mille & amplius leucas ab Ulyssipone remoto? Resp. Duplex illa fuit aurora borealis, inter se remotissimæ, & remotissimis etiam locis, unde sunt observatæ, seorsim incumbentes. Aliud Ulyssipone, aliud prope Siberiam visum fuit phænomenum. Enim vero si una eademque fuisset luminosa nubes e remotissimis illis locis visa; e tota Europa inter duos illos fines sita, ex Asia, & Africa deprehenderetur: quo nihil est magis falsum. Sed neque etiam conveniunt tempora: Ulyssipo & confinia Siberiæ 8. aut 9. horarum discrimine differunt inter se: cum nox est in prima, dies jam plerumque est in secunda regione.

PROPOSITIO XXVI.

339. *Materia auroræ borealis sunt iidemmet vapores, halitus, ignis, qui nubes, & atmosphæram componunt, cæteraque edunt metheora.*

Neque enim intra atmosphæram nostram aliæ agnoscuntur, aut existere admittuntur materiæ. Deinde per ejusmodi substantiarum mixtionem, agitatio-

tionem, vires fieri explicarique possunt mirabilia alioquin hujus metheori phœnomena. Tandem borealem auroram sæpe in nubes verti, nubes vicissim in lucem illam transmutari identidem observarunt *Zanotti* (*a*) *Muschembroek* (*b*), *Mayer* (*c*).

PROPOSITIO XXVII.

340. *Non una esse videtur auroræ borealis cujuscumque, seu phænomeni eo nomine donati materia, caussa, modus: in aliquas phosphori spiritus magnam partem influere videntur: aliæ a multiplicis generis halitibus intra nubes fermentatis, & inflammatis proveniunt; in omnes tamen generatim influit, potissimaque illarum phænomena edit materia electrica.*

Primo quidem extra dubium est, plurimas, easque perfectissimas esse in aere & intra nubes spirituum fermentationes: est autem aliunde certum, fermentationibus materiam incalescere, inflammari, ardere, vividam lucem emittere, phosphorosque aliquando effici, qui diu lucentes serventur, quin tamen flammam concipiant. Ea sunt præterea auroræ borealis phænomena, ut alia nonnisi a materia inflammata, & lucente, aliqua vero a materia lucida, non tamen ardente provenire possint, ab ea vero sponte velut descendant, & recte explicentur.

341. Plurimas quidem auroras boreales in materia inflammata consistentes extitisse, ex observationibus allatis patet. Hujusmodi fuit, quam Londini anno 1718. visam supra retulimus, & quas annis 1730. mense Martio & 1742. plurimi observarunt: Phænomeni siquidem in medio prope horizontem corpus quoddam rotundum, & ardens deprehendebatur, ex quo, velut ex fornace, innumeri radii, fulgor, scintillæ erum-

---

(a) *Raccolta d' osservazioni sopra l'aur. bor. del anno* 1737.

(b) *Elem. Phys. c.* 40.

(c) *Dissert. de aur. Boreali, tom.* 1. & 4. *Comment. Acad. Petropol.*

erumpebant, circumpositasque nubes miris plane modis illustrabant (a).

342. *Secundo:* Interrupta illa & continuata veluti sclopetorum explosio in aurora boreali Londinensi, & aliis observata, a subitaneis, alternis, & consequentibus materiæ inflammationibus, quas in artificialibus, & festivis ignibus passim videmus, provenire planum est. Quin imo eademmet materia pluries inflammari, & condensari iterum potest, ac proinde pluries etiam detonare.

Tertio: Lucentis auroræ fulgor, & splendor, neque sine flamma, & accenso lumine explicari potest, neque alteri, & externæ causæ attribui.

343. *Quarto:* Plurima item auroræ placidissime per diuturnum tempus lucent, eaque exhibent phænomena, quæ ab luminosis phosphoris provenire solent, aut possunt. Quidni igitur in phosphoro luminoso hujusmodi auroras consistere affirmabimus?

Quinto: Si phosphorum animalem, in spiritu vini rectificato solutum, aquæ in tenebris affundamus; spiritus sulphuris sese ab aliis materiis explicantes lumen per mediam aquam illico diffundunt, mirisque luminosis vibrationibus fulgura referentibus jucundum exhibent spectaculum. Phosphorum item *Morini* leniter concussum flammas edere iis omnino similes, quas in boreali aurora observamus, certo constat (b): Igitur auroræ borealis phænomena iis prorsus sunt analoga, easdemque habent causas.

344. Equidem in regionibus polo arctico vicinis tantus aliquando est auroræ borealis splendor, & vivida lux, ut non solum stellas fixas, & planetas penitus obscuret; sed neque a luna, neque a solis splendore extinguatur: Inibi etiam multoties a parte meridionali observantur auroræ, ut *Maupertuis* oculatus testis author est (c).

345. Ultimam propositionis partem quod scilicet ignis electricus sit generalis, & potissima hujusce metheori caussa, luculenter ostendunt ipsamet vaporis ele-

(a) *Vide comment. Acad. Bononiensis to. 2. p. 490.*
(b) *Khell Physic. to. 2. Disp. 2. n. 56.*
(c) *Figure de la terre.*

electrici indoles, & proprietates, fuse a nobis in loco expositæ, atque magna analogia inter vis electricæ artificialis, fulminum, fulgurum, auroræ borealis, cæterorumque metheoron lucentium phænomena intercedens. Qui hæc omnia, eorumque effectus, rationem, indolem attente perpendat, & sedulo meditetur; de propositionis veritate non dubitabit. Fulmina enimvero, fulgura, tonitrus, cæteraque omnia luminosa atmospheræ metheora, *Stellas, Cadentes*, *Castorem*, *Pollucem*, & plura id genus alia puram putamque esse materiam electricam, hactenus demonstravimus. Jam vero in *aurora boreali* omnia illa metheora lucida deprehenduntur; imo postremum hoc metheoron aliud esse non videtur, quam ceterorum in una eademque nube & nocte formatio, atque complexio. Auroræ scilicet borealis nubes fulgurat, fulminat, tonat; radiorum explosionem, hoc est, stellas cadentes, columnas, trabes, pyramides luminosas suspicimus: flammas nonnumquam eodem in loco diuturno tempore micantes, hoc est, *Castorem*, *Pollucem*, *Helenam* observamus: si ergo singula hæc a vapore igneque electrico provenire statuimus; ab eadem etiam causa, cum in peculiari auroræ borealis phænomeno simul eduntur, provenire opus est.

346. Uno verbo, nihil in aurora boreali observamus vaporis electrici genio, viribus, notisque aliunde proprietatibus non conforme: nullam præterea causam agnoscimus a vapore electrico distinctam, cui illa phænomena possint referri: cum ergo electricitas procul dubio in terra, atque in atmosphæra, & nubibus existat amplissima; causam habemus certam, & sufficientem, a qua una effectum deducere possimus. Qui dicta de terræmotuum, fulminum, aliorumque metheoron natura, & lectiones etiam de electricitate legat; ulteriori expositione non indiget.

347. Nonnullæ opponi possunt explicandæ modo difficultates. I. Falsum videtur, & impossibile, magnum adeo cæli spatium, per quod aurora borealis extenditur, incendi, & occupari a flamma.

Resp. Cum præcipuam, generalemque phænomeni causam vaporem electricum esse dicamus, hic autem in universo telluris globo, atque per totam atmosphæram sit semper diffusus; nil mirum est, si multo-

toties illa in aere & nubibus spectacula edit, quæ sunt suæmet indoli, & viribus conformia.

348. Nihil etiam conficit argumentum contra alias phænomeni caussas in propositione assertas. Infinita vaporum, & nubium vis amplissimos cæli tractus sæpissime obducit; quid igitur miremur, si per æqualia atmosphæræ spatia diffundantur aliquando exhalationes, & subtiles spiritus edendi lucem, flammam aliaque phænomena capaces? Deinde inflammata materia in nubis tantum centro multoties existit: indeque quasi ex lucis & splendoris fomite, emittit circumquaque fulgorem, nubes illuminat, mediaque luminis reflexione, refractione, & projectione relatum edit spectaculum.

349. II. Plurimæ sunt auroræ boreales, quarum splendor dilutus, & lux parum vivida a flamma provenire non posse videtur: In fulgentissimis etiam auroris plurimæ sunt partes, quarum lux, & splendor is non est, qualem fore opus esset, si ab inflammata materia proveniret. Resp. Eas partes nubium minus lucentes, vel radiis, & lumine tantummodo reflexis, & a phænomeni centro, & fomite derivatis splendere; vel ejus esse raritatis, & tenuitatis, ut quantumvis accensæ, & inflammatæ non nisi dilutam emittant lucem, & splendorem. Notum est, flammam esse diversis modis vividam, & luminosam pro raritate, tenuitate, & subtilitate materiæ, seu pabuli inflammati. Novimus præterea scintillas, seu potius pennicillos, ac torrentes electricos luminosos non eumdem omnes colorem habere: sed plurimum in hujusmodi colores influere eorum corporum particulas, e quibus torrens electricus effluit. Mirum igitur non est, si in auroris etiam borealibus alii & alii sint colores, colorum splendorisque gradus pro varia nubium vaporumque natura, qui sunt ejusdem materiæ conductores. Quin imo tota illa vivacitatis luminum, calorumque varietas altera est assertarum caussarum confirmatio.

350. III. Materia borealis auroræ, cum intra nubes, & atmosphæram existat, sintque subtilissimi quidam spiritus, est admodum rara, & facillime dissiparetur, si flammam conciperet: Esse igitur non potest diuturnæ fammæ, & ignis per plurimas horas continuati pabulum. Auroræ igitur, quæ per longum tempus

pus durent, in materia inflammata non consistunt.

Resp. Argumentum nihil difficultatis habet contra vaporis electrici actionem; cum aliunde ab experientia habeamus, eum ignem esse in nubibus, totaque atmosphæra copiosissimum, ad æquilibrium, æqualemque sui diffusionem semper adniti: multoties tamen id æquilibrium rumpi, ignem colligi; collectum autem scintillare, explodi, splendere, easque figuras assumere, quas ejusdem ignis conductores, seu corpora illum servantia, & deferentia habeant. Addi præterea potest, si ad peculiares etiam, & minus præcipuas rei causas descendere velimus, plurimas ex hisce auroris, quæ per longum tempus durant, in materia phosphori lucente quidem, sed non inflammata, aut accensa consistere. Hujusmodi phosphori per longum tempus durant, & splendent, ut est omnibus notum. *Secundo:* Fieri potest, ut phænomeni centrum, & quasi ignis fomes tenaci materia constet, quæ per diuturnum tempus ardeat, & magnum cæli tractum illustret, in nubibusque multiplici figura donatis, & vento huc illuc translatis apparentes jaculationes exhibeat.

351. *Tertio:* Materia rara, & tenuis brevi dissipatur, cum in terra inflammatur; quia ab igne rarefacta, & a circumstante, atque ambienti aere pressa sursum attollitur, & dissipatur. In sublimi aeris regione suspensa, & inflammata ardere diu potest; rarissimus enim qui illic existit aer, leviter tantum premit, materiam sursum ulterius non elevat, aut dissipat, fierique proinde poterit continuum diuturni ignis pabulum.

352. IV. Si auroræ borealis materia sunt halitus, & spiritus è terrenis corporibus elevati; cur in regionibus meridionalibus nulla, aut ferme nullæ apparent auroræ boreales; licet copiosa illic spirituum, & exhalationum vis a corporibus elevetur! plurimæ vero in septentrionalibus locis, ubi præ minori solis calore pauciores e terra halitus, & spiritus in atmosphæram conscendunt! Resp. Perinde hanc difficultatem solves, ac simile in superioribus explicavimus argumentum circa fulmina, fulgura, & alia hujusmodi metheora. Sunt regiones quibus fere quotidie pluit, tonat, fulgurat cælum: id enim vero visitur in pluribus Americæ provinciis: in aliis sunt

illa

illa penitus ignota, ut in Peruanis littoralibus, Ægypto, Libia: aliæ statis tantum temporibus, magno tamen inter se discrimine, relatos effectus, aut phænomena patiuntur, fruuntur, vident: ejusmodi est Europa, & Asia. Diversa corpora in diversis regionibus existunt: ex diversis corporibus diversi halitus. Loci cujuscumque atmosphæra ejus est naturæ, qua sunt ejusdem regionis substantiæ. Ad generale hoc doctrinæ caput, luculenter in superioribus explicatum, quo tota diluitur difficultas, adde etiam ad meridiem ob majorem solis calorem, facilius, breviusque resolvi, in terram labi halitus, auroræ borealis materiam. Adducta præterea difficultas eadem responsione solvitur, qua, suis quasque locis, has etiam solvimus quæstiones: cur aurum, argentum, cætera metalla, adamantes &c. in paucis solummodo terræ locis inveniuntur, & excavantur? Cur in quibusdam tantum locis quorumdam aliorum corporum species existunt? Quod vero de terra dicimus, de aqua, & aere pariter verum est.

L E C T I O VIII.

De Metheoris aqueis, nubibus, rore, pruina, & aliis.

353. Circa nubium, nebularum, roris, auræ serotinæ, & pruinæ naturam, elevationem, & formationem, causas, & effectus plurima sunt scitu digna, & jucunda. Quid hujusmodi nominibus significetur, nemo non intelligit; omnia etiam isthæc esse terrenorum corporum vapores rarefactos, sursum elevatos in aere plus minusve temporis sustentatos, & multiplici tandem forma in tellurem relabentes, omnibus philosophis ratum est. Qua autem ratione hæc fiant, jam partim exposuimus, & modo amplius explicabimus.

DE NUBE, ET NEBULA.

354 *Nubes sunt multiplicis generis vapores, seu vaporum congeries, qui ab omnibus terrenis corporibus elevati, & per aerem hinc inde dispersi, in unum tandem locum coeunt, solaremque lucem intercipiunt.* Dixi-

ximus autem supra vapores, qui a fluidis corporibus ascendunt, in minutissimarum bullarum formam ab aeris particulis rarefactis, & intra pelliculam aqueam contentis, & dilatatis, atque ab externo etiam aere premente conformari. Est igitur nubes immensa pene tenuissimarum aquæ, & cæterorum fluidorum bullularum congeries sursum ab aere, calore, & aliis caussis supra propositione 15 expositis elevata, in aere pendula, & ab illius gravitate sustentata, a ventis huc illuc decurrentibus delata. Nubes igitur spectari recte debent, aut possunt, ut bullæ illæ, seu copiosa sensibilium bullularum congeries, in quam aqua, aut reliqua corpora fluida multipliciter, & violenter agitata copiose spumescunt. Quemadmodum enim bullulæ, seu spuma, ex pellucidis licet corporibus conformata, opacitatem contrahit, lucem ex se reflectit, colorem acquirit, & supra fluidum semper innatat, neque fit sensibilis, & maxime adspectabilis, nisi dum magna bullarum copia in eundem locum adunantur, aliæque aliis apponuntur, & accumulantur; pari modo, & ratione nubes, velut copiosissima aquæ spuma, ex innumeris & minutissimis bullulis conformata, omnia, quæ modo diximus, phænomena imitantur & exhibent. Cum enim insensibiles aquæ guttulæ, & bullæ lucem ex se se reflectant (licet plurimam etiam transmittant); aliquem in nube gigni colorem opus est, ut in lectione de coloribus explicamus. Neque credendum est, vapores solum ad nubes efformandum adunari: multiplices præterea exhalationes, quæ ab omnibus, quotquot sunt, terrenis corporibus erumpunt, in aerem ascendunt, & hac illac dispersæ in nubes agglomerantur.

355. Distinctius hæc evolvamus. Plurima in nubibus animadvertimus philosophi consideratione digna: resolutio corporum in vapores: hi elevantur per aerem, & sustentantur in atmosphæra: ad majorem, minoremve altitudinem subsistunt. Habes vero prima hæc capita propositione 15. explicata. Vapores hac illac per atmosphæram diffusi adunantur, & coalescunt in nubes: unde hæc formatio nubium? Ad quamnam maximam altitudinem ascendunt jam formatæ? Quonamve pacto nubis cujuscumque elevationem dignoscemus? In nubibus observantur diversi mo-

motus: opacitatem se se efformando acquirunt; multiplex inter illas colorum varietas: disparent tandem, aut in terram labentes, aut per atmosphæram iterum dissipatæ. Et hæc quidem modo explicanda. Alia quæ vel in nubibus apparent, ut Iris, halones, coronæ, aut in quæ solvuntur nubes, ut pluvia, grando, nix, ros, suo deinceps discutientur ordine.

356. Quod ad altitudinem spectat, *nubes aliæ aliis altiores, seu remotiores a terra ex legibus Hydrostaticæ*. Quo enim rariores fuerint, & densior aer; eo altius elevantur, cum sint corpora in fluido natantia, & a fluido sustentata: quo igitur pensilia illa corpora fuerint rariora, & leviora, vel fluidum sustentans fuerit gravius; magis a tellure removentur. Hinc est, quod cadente pluvia ad terram propius descendant, & consistant nubes, quam si serenum sit Cælum. In priori casu vapores nubium in aqueas guttas paulatim conformati sibi invicem pressius adhærent, condensantur, & graviores massulas componunt: ad tellurem igitur propius accedere opus est.

357. Ex eadem ratione minus leves hyeme, quam æstate, & depressiores sunt nubes: ceteris tamen paribus; secunda enim hac statione major est calor in atmosphæra: at crescente calore augetur etiam raritas, & proinde levitas, minuiturque pondus: longius igitur a tellure pendent nubes æstate, quam hyeme. Quænam tamen est, quæres, maxima nubium supra tellurem altitudo? Nonnihil jam eo de argumento superius egimus. Iterum igitur atque ulterius dico, solvi difficillime posse ejusmodi quæstionem. Et primo quidem vix alia ratione inveniri potest datæ nubis altitudo, quam si eodemmet tempore ad eamdem nubis partem duo observatores ex diversis in terra locis collineent, & elevationis angulum dimetiantur. *Secundo*: ejusdem nubis altitudinem esse pro diverso tempore variam, est indubium.

358. *Tertio*: Certum est, atmosphæram longe amplius assurgere, & a terra diffundi, quam sit nubium quarumcunque supra tellurem altitudo: sunt enim nubes vapores, seu corpuscula crassa, quæ in crasso tantum aere sustinentur; aer autem subtilior, atque sustinendis nubibus impar longissime distenditur.

359. *Quarto*: Summa nubium altitudo alia aliis probatur, & statuitur. Recentiores, & accuratiores Phy-

Physici ultra duas leucas nubes non elevant. Si *Petro Muschembroek* fidem adhibemus; nubes nunquam transcendunt altitudinem 4 milliarium Italicorum, seu unius leucæ communis: eam enim altitudinem non excedunt altissimi terræ montes; supra quorum fastigia aut numquam ascendunt nubes, ut a pluribus observatoribus expertum dicitur (a), qui cum multoties ad montium supradictorum (quales sunt *Picus* in Canariis insulis, *Olympus* in Græcia, & potissimum *Andes* in Peruvia) fastigium ascendissent; nubes semper ad montium radices, aut declivia, supra culmina numquam viderunt: aut parum saltem elevantur supra eos montes. Id interim certum est, aliquas nubes ad unius milliarii distantiam, alias ad duo, ad tria, ad quatuor etiam existere.

360. *Vaporum in nubes adunatio, quod primo loco nobis proposuimus explicandum, electricitati potissimum est tribuenda.* Aliqua enim vero caussa est, qua ad se mutuo confluunt, & adunantur sparsi per aerem vapores. Cum nulla sit atmosphæræ pars vaporibus non scatens, nubes vero sæpe in aere nullæ existant, & cum, etiam dum cælum obducunt, nonnisi exiguum occupent atmosphæræ tractum; consequens inde est minimam immensæ vaporum massæ partem ad se mutuo adunari ad conformandas nubes. Quare igitur non omnes, non semper, sed aliqui tantum, & aliquando nubem conflant vapores? In omnibus fere nubibus aliqua electricitatis signa animadvertuntur: hanc e terra secum afferunt vapores, eamque subinde in atmosphæra ipsa acquirunt fermentatione, calore, frictione. Citra ullam etiam electricitatem immensa vaporum, & exhalationum vis e terra ascendit. Quanta inde in vaporibus, & formatis a vapore nubibus consequitur pro temporum, locorum, corporum varietate electricitatis differentia?

361. Sæpe accidere opus est, ut copiosi vapores in quodam atmosphæræ tractu existentes electricitatis intensione, & natura differant inter se: ad vaporum igitur massam vehementiori electricitate præditam circumpositi vapores sensim trahi, addensari paula-tim,

(a) *Elem. Phys. n.* 1206.

tim, formari nubes, necessaria est, ejusmodi rerum status consequentia. Quod alii in alios efficiunt vapores, a nubibus in nubes peragitur. Quod inter illos, inter has pariter observatur electricarum virium discrimen. Quotiescumque hic in atmosphæra sit rerum status, pluribus, paucioribusve nubibus obducetur cælum. Fluunt sæpe diuturna tempora, quibus vapores in magno aliquo atmosphæræ tractu, nullam aut æqualem habent electricitatem; tum vero ex hoc saltem capite serenum existet cælum.

362. Aliæ præterea sunt nubes formandi caussæ: venti in unum, eumdemque locum vaporum massam adducentes: diversa vaporum gravitas, aut levitas: prima fiet ut superiores in inferiorum locum descendant, oppositum ex secunda. Cæteræ omnes caussæ, quibus ascendunt, descendunt, ab unoquoque in alium locum in aere feruntur vapores, quas superius de ventis, & vaporum elevatione disputando exposuimus, formandarum nubium ratio sunt.

363. Earum motus in ventos, in tractiones electricas, in auctam imminutamve gravitatem, aut pondus secundum æquilibrii rationem, referendus est. Nubium opacitas, & figurarum, diversitas ab exposita hactenus illarum formatione facile intelligitur. A spumescente liquore lucem intercipi, turbari pelluciditatem, obvium est experimentum. Ea vero est vaporum, nubiumque conditio. Penitior rei explicatio, totaque colorum in nubibus ratio, & varietas a lucis natura pendet suo loco examinanda.

364. Disparent tandem nubes: quod erat ultimum explicandum caput. Duplici potissimum modo id rei peragitur: vel in terram relabuntur, quæ communissima est rei caussa, lapsuque ipso in rorem, pluviam, grandinem, nivem, vertuntur: de quibus erit statim sermo: vel dissipantur iterum per aerem. Secundus hic casus ventorum, aucti caloris, atque raritatis vaporum sunt plerumque effectus. Vapores aliò defert ventus, subtiliores reddit major calor, in majus spatium sursum dilatando elevat, lucemque iterum transmitti permittunt.

PRO-

PROPOSITIO XXVIII.

365. *Nebulæ eandemmet habent naturam, ac nubes, neque aliud sunt, nisi nubes depressiores, & humiliores.*

Neque enim qui ex altissimis montibus, infra quorum summitates consistunt nubes, descendunt, cum medias ipsas nubes pertranseunt, aliud in iis deprehendunt, quam quæ nos passim, & quotidie intra humiliores nebulas immersi, & iter agentes, in initiis observamus. Sunt igitur nebulæ immensa vaporum, & exhalationum vis, quæ pro gravitate sua diuturno tempore prope terram in humiliori aere detinentur, & sustentantur. Diximus supra; & experientia ipsa demonstrat, nubes modo ascendere, modo descendere, pro varia aeris, & ipsarum nubium raritate: idemmet ex iisdem causis, nebulis passim accidere, & ratio, & experientia docet.

366. Hinc manifestum est, & nubem in nebulam, & vicissim nebulam in nubem quandoque, immo & sæpissime mutari. Secundum frequentius accidit, quam primum; cum enim nubes ad terram descendens eamque lambens, fit & dicatur nebula; & vicissim nebula a terra sese attollens, & in aere pendula fit, & dicatur nubes; si eæ fiant in aere, aut vaporibus quoad gravitatem, & levitatem mutationes, ex quibus, vel nubes condensatur, quin solvatur, vel nebula rarescat, quin dissipetur; alia in aliam, loco solummodo mutato, abire potest.

367. Frequentiores sunt nebulæ in paludosis humilibus, & humidis locis, quam supra montes, sicca, & arenosa loca; illa enim plurimos ex se halitus, & vapores emittunt, non item hæc. Porro nebulæ, & nubes iis qualitatibus sunt præditæ!, quæ vaporum, spirituum, & bullularum, quibus componuntur, sunt propriæ. Nebulæ plerumque sunt fructibus, & plantis noxiæ, nubes autem secum terr's fertilitatem afferunt. Qui superiorem nubium, & nebularum superficiem eminus aspiciunt, jucundo spectaculo fruuntur: neque enim in planam, aut sphæricam superficiem fluidorum corporum instar conformantur; sed perinde, ac mare maxime procellosum, illac attolluntur, & montes efficiunt, alibi in profundas valles

vaporibus descendentibus, dehiscunt, & hac illac motæ excavatam, & sulcatam superficiem oculis objiciunt.

ROS ET PLUVIA.

368. Ros sunt vapores quidam tenues, & subtiles, qui non conflantur in nubes; sed in parvas & sensibiles guttulas concreti partim ab aere, cui innatant, secundum gravitatis leges decidunt; partim e terra, seu corporibus terrestribus exhalantur, & præcipue ex omnibus vegetabilibus, puta arboribus, herbis, plantis, & id genus aliis per transpirationem exeunt, atque ipsarum plantarum, & cæterorum corporum superficiebus, quasi naturales sudores, in guttarum formas redacti adhærent: quin tamen vel totam plantarum superficiem pluviæ instar humectent, aut per aerem guttatim, copiose descendere appareant. Si tempus spectemus, quo ros observatur copiosior; alius est *matutinus*, *vespertinus* alter, aura *serotina* nuncupatus. Eadem utriusque non est natura: caussæ item, & origo diversæ.

Rorem alii ex solis vegetantibus exhalare, & quasi sudor expirare autumant, ut *Muschembroek* (a). Secundum communissimum physicorum sensum ros ab atmosphæra, vespere, noctu, mane descendit, tamquam subtilissima & invisibilis pluvia.

PROPOSITIO XXIX.

369. *Triplicem nos distinguimus roris speciem: primus est invisibilis illa pluvia ab atmosphæra nocturno tempore descendens: secundus est plantarum, potissimum vero herbarum sudor: tertius è terra universim sub vesperum ascendit.*

Circa primum perspicuum est, vapores & subtilissima corpuscula a corporibus, præcipue autem a partibus eorum fluidis avulsa, calore rarefacta, sursum in aerem elevata, per eumque volitantia, vel in eo libra-

---

(a) *Elem. Phys. n.* 1216.

librata, & suspensa, frigore nocturno accedente condensari; deorsum aliquantulum descendere; mutuo in se invicem incurrere; in insensibiles guttulas coalescere, & in hujusmodi formam conflata, quasi pluvia insensibilis propriæ gravitatis ope & indole in telluris superficiem descendere; corporum superficiem humectare; quoad vel in terram absorbeantur; vel calore iterum eleventur; vel aliis de causis dissipentur.

370. Quoad secundum observationibus constat, guttulas illas, seu rorem matutinum, qui in plantarum, & arborum ramis, & foliis deprehenditur, esse præcipue arborum; & plantarum sudorem ex earum vasis spirantem: neque tamen omnem rorem aut omnes roris matutini guttulas ex data modo causa provenire. Primum ex eo mihi suadetur, quod guttulæ roris eodem die, & loco in diversæ speciei plantis observatæ pro earum plantarum diversitate sunt magnitudine, situ, figura, & dispositione diversæ: in aliis siquidem plantis, & foliis circa carpum, in aliis ad foliorum centrum, seu medium jacent: aliæ in foliorum extremitatibus, aliæ secundum fibrarum dispositionem guttulas majores, aut minores habent; quod non obscurum est argumentum, varios prorsus esse plantarum rores, pro varia in iis fibrarum, vasorumque dispositione, ordine, magnitudine; ab iisque vasis secundum quæ disponuntur guttæ, in herbarum superficiem exsudare. Si enim ex hujusmodi sudore non procederent, sed ab aere deciderent; eodem modo per totas foliorum superficies coalescerent guttæ; cum eodem modo, & quantitate eadem deciderent.

371. Curante *Muschembroek* (a), plantæ, campana vitrea probe copertæ sunt, ne ab ambiente aere humorem aliquem accipere possent; insuperque maxime cautum; neque etiam particulæ e vase, aut terra, qua erant dispositæ, spiritus, aut vapores in externam plantæ superficiem ascenderent. Utrumque enim exacte cooperuit plumbeis laminis, in quibus ea fieri curavit foramina, quæ plantarum truncos tantum

(a) *Elem. Phys. a. n.* 1531. ad 1541.

caperent, cum iisque congruerent. In plantis eo modo noctu dispositis idem, aut copiosior deprehensus est ros, ac in aliis ejusdem speciei plantis.

372. Ratione etiam idem evincitur; etenim plantæ & cetera vegetabilia, ceu viventium corpora, succo nutritio aluntur, qui per plantarum venas, & vasa undique transfluit, ut innumeris patet experimentis, alibi exponendis. Humani igitur corporis instar plantæ ob caloris actionem, copiosum ex se sudorem per superficiei, seu cutis poros emittunt, qui in plantarum superficiebus subsidens in sensibiles guttas conformatur. Hicce autem plantarum sudor perpetuo ab iis, velut ab humano corpore, emittitur; sed vel a vento, & spirante aura, vel a calore, vel aliis de causis dissipatur, & alio avolat.

373. Secundum vero, non omnem scilicet plantarum rorem ex earum sudoribus provenire, inde patet; quia corpora etiam arida nullum ex se sudorem exhalantia, puta, vestes laneæ, aut ex filo serico contextæ, terra, arena, vitrum aeri aperto exposita madescunt, & rorem contrahunt, ut quotidiana nos docet experientia.

374. Quod tertio loco diximus, præter alia hoc evincitur experimento. Laminæ metallicæ sub solis occasum positæ horizonti parallelæ, eaque positione per tempus aliquod relictæ, madidæ quidem deprehenduntur ex inferiori parte, siccæ ex superiori. Contra vero accidit, si sub finem noctis, & sub auroram instituas experimentum. Quin immo, si postremis hisce horis laminas disponas horizontales, obliquas, perpendiculares ad horizontem; observantur sequentia. Perpendiculares ex neutra parte humectantur, horizontales superne: ex superiori etiam obliquæ: minus tamen, quo magis recedunt ab horizontali positione. Qua quidem observatione ulterius confirmatur prima propositionis pars.

375. Ros eas habet qualitates, quibus prædita sunt corpora, seu substantiæ, ad quas roris particulæ spectant, & ex quibus emittuntur. Multiplex igitur qualitatum genus in se continet, estque proinde aliquando plantis nocivus, aliquando innoxius: qui corporibus aliis salutiferus habetur, est aliis maxime exitialis; segetibus modo, & terris ubertatem, sterilitatem modo inducit. Omnia hæc, & id genus alia

lia infinitam pene habent varietatem, pro temporum, locorum, corporum diversitate. Crediderim ego, eum rorem plantis maxime nocere, qui ab ipsismet plantis, velut sudor, exhalat: id vero, ut alias omittam rationes, propterea quod ex subtilioribus plantarum particulis, oleis, & succis hujusmodi ros, seu sudor componitur, easque secum defert; iis autem subtilioribus spiritibus, e planta abeuntibus, eam languescere, vigorem paullatim amittere, atque infructuosam reddi opus est.

376. Fit nonnunquam, ut ros alio de capite sit teneris plantis, earumque fructibus maxime noxius; si rorem copiosum clarus subsequatur sol matutinus. Ros nimirum in guttas copiosas conformatus teneris plantarum, olerum, & frugum fibris, floribus, & sese explicantibus germinibus adhæret: per eas igitur guttas, mycroscopii munus exercentes, radii solares transeunt, & in earum guttarum focis concurrentes vehementiorem, quam ferre possent tenues plantæ, calorem, aut, si mavis, ignem producunt, qui frugum, olerum, florum, & fructuum teneras fibras adurunt, exsiccant, & infructiferas reddunt.

377. Ros nullus aut fere nullus deprehenditur, si pluvium, aut nimbosum sit Cælum, aut vehemens spiret ventus. Priori casu in nubes, aut pluvias halitus resolvuntur, & in grandiores guttas conformantur: posteriori autem ventus spirans humidas particulas dissipat, secum defert, neque in arborum foliis, & reliquis plantis subsidere permittit. Hyeme igitur nullus, aut fere nullus decidit, aut observatur ros; vel enim in nubes abit, vel à vento dissipatur, vel rigentibus frigore corporibus, apti ad rorem efficiendum halitus non exhalant ab arboribus. Istiusmodi enim sudor præcipuus est roris fons. Hyeme tamen, sereno cælo, corporibus, & aere frigore rigentibus decidunt procul dubio ab atmosphæra copiosi vapores nocturni: sed frigore concrescunt in pruinam. Vere autem, autumno, æstate e contraria ratione copiosi e corporibus ascendunt, & evaporantur halitus, atque in eorum superficie inhærent.

378. Non omnia loca eadem etiam æstate, & tempore eandem habent roris quantitatem: quin immo aliqua sunt, in quibus copiosissimus, alia, in quibus nul-

nullus decidit. Si loca sint nimium arida, puta, arenosum solum, paucique ex hujusmodi solo vapores ascendant, neque aliunde ventorum ministerio adveħantur; fere nullum illic decidere opus est: e contrario, si loca sint admodum humida, lacubus, fluminibus, fontibus prædita. Hinc est, quod plurimi, & copiosi observantur rores in paludosis locis ad fluminum margines, & in iis vallibus, quæ perennibus aquis irrigantur; paucissimi vero supra aridos, & elatos montes. Porro auræ serotinæ, & ros matutinus eo magis hominibus, & animalibus nocent, quia apertiores in iis poros offendunt: iis enim facilius sese insinuant vapores, diversasque inducunt infirmitates.

PROPOSITIO XXX.

379. *Pluvia nihil est aliud, quam aquæ ab aere, seu potius a nubibus in aere pendulis, & sensim sese in guttas resolventibus decidentes.*

Propositio explicatione solum indiget. Immensa illa vaporum, & exhalationum, seu bullularum vis, ex qua nubes conflantur, multiplici de causa, solvitur in guttas. Sunt illæ primo minutissimæ, & purum veluti stillicidium; dum singuli vapores, seu bullulæ in aquam primo resolvuntur: postea vero insensibiles hujusmodi guttæ, seu ros minutissimus sensim in majores guttas excrescit; dum scilicet descensu suo aliæ in alias guttas incurrunt, aliæ aliis adjunguntur, & plurimæ in unam coalescunt. Intra nubem igitur pluvia a rore parum differt, ut ii quotidie experiuntur, qui ad juga montium per medias nubes in pluviam se resolventes adscenderunt: ad montium enim radices longe infra nubes copiosum imbrem, & prægrandes guttas experiebantur: ad nubem vero postea conscendentes, leni stillicidio madescebant. Temporibus postea, & observationibus secum collatis inveniebatur, ut dum intra nubem ros, seu stillicidium erat copiosum, ad montium radices decideret pluvia.

380. Vapores aquei, ex quibus nubes componitur, pluribus de causis in aquam, & guttas resolvuntur: primo quidem si ob intensum frigus nimis condensentur bullulæ, ad sese invicem accedant, & aere gra-

vio-

viores factae paullatim descendant ; descendendo augescunt, ut modo exposuimus . Nimio etiam calore dilatari possunt bullulae, seu inclusus in iis aer, ut pelliculae diffringantur, atque in sensibiles guttulas aere ipso graviores conformentur, aliaeque aliis adjunctae descendendo in copiosam, & sensibilem evadant pluviam. Variis ventorum agitationibus mutuo in se invicem vapores concurrunt, adhaerent, in guttas conformantur. Nubis in nubem casus, aut adjunctio, ex quibus fit ut vapores inter se permisceantur, addensentur, majoremque acquirant molem, & pondus: communis etiam sunt pluviae caussa. In id rei vaporum, nubiumque electricitatem non parum influere, luculenter probant exposita superius nubium formatio, natura, phaenomena. Adde etiam electrica edi phaenomena, dum interim pluit caelum, eoque magis saepe intendi, quo copiosior decidat imber (a).

381. Pluvia eo copiosior, quo plures sunt in aere nubes, & vapores aquei; si praedictae accedant caussae. Eo autem grandiores sunt guttae, quo ex altioribus nubibus descenderint; eo minutiores, quo humilius librantur nubes. Phaenomeni ratio ex modo dictis est manifesta: & ulterius a communi observatione confirmatur. Cum per medias nebulas, seu nubes terram lambentes iter agimus; copioso saepe madescimus stillicidio. Illa guttularum tenuitas humilitati nubium est tribuenda. Hinc etiam aperte deducitur (quod etiam identidem observamus), grandiores aestate, quam hyeme, guttas e nubibus descendere: aestate enim ob intensiorem calorem altius elevantur nubes.

382. Pluviae in nostra saltem Europa, autumno, & vere sunt satis frequentes, aestate rarae, hyeme copiosissimae: Intensissimus aestatis calor, vapores plurimum elevat, rarefacit, dissipat, in fluidam sensibilem massam resolvi non permittit; frigore autem contraria fiunt.

383. Pluviae maximam terris fertilitatem afferunt, suntque segetibus, plantis, frugibus, arboribus statis temporibus saluberrimae, & maxime necessariae. Praeter-

M 4

(a) *Beccaria Elettricità naturale lett. 8. 15.*

terquam enim quod aqua ipsa sit quasi terræ, & vegetabilium sanguis, sine quo ipsa, velut triste cadaver, existunt; pluvia aqua maximam secum spirituum, saliumque copiam, & vim affert, qui plantarum, & omnium vegetabilium nutritioni inserviunt, communeque sunt earum alimentum, & succus nutritius. Neque enim putandum est, pluviam esse aquam puram, sed potius aggregatum ex infinitis pene halitibus, spiritibus, & subtilissimis particulis ab omni corporum genere exhalatis, & in atmosphæra volitantibus, quæ cum aqueis vaporibus permiscentur, unaque cum iis in guttas resolutæ in terram decidunt, in maximam ejus fertilitatem, & salutiferum plantarum alimentum vertuntur.

384. Hinc est, quod præ pluviæ defectu maxima in terris sterilitas observetur. Aer etiam seu atmosphæra nunquam purior existit, quam postquam copiosa decidit pluvia. Nubes enim, dum in pluviam resolvitur, & prolabitur, aerem quasi verrit, & ab innumeris, quibus scatebat, particulis expurgat. Contra vero, si diuturno tempore desideretur pluvia; impurum aerem respiramus.

385. Rarissime pluit, nisi Cælum sit nubibus obductum; aquei enim vapores cum aliis heterogeneis permixti nubem ipsam componunt. *Rarissime*, dixi, neque enim me latet, non semel jam claro existente Cælo copiosum imbrem decidisse. Legisse me aliquando in Historicis nostris Lusitanis (*a*) memini rem prodigio similem. Cum in Indiam ex Ulyssipone solvisset *Vascus da Gama*, qui primus Indiam orientalem, & maritimum ab Europa ad Indos detexit iter; superato jam celeberrimo Bonæ Spei promontorio, clarissimo existente cælo, tanta imbrium copia supra Lusitanam classem decidit, quantam è vectoribus, & nautis nullus unquam, vel summa hyeme, & cælo maxime pluvioso vidisset. Paucas aliquando claro cælo pluere guttulas, non adeo infrequens est, ut illud prodigioso simile dicamus.

386. Prodigiosas sæpe decidisse pluvias passim legimus apud credulos nimium scriptores. Hisce imprimis

(a) *Vide Laffiteau hist. des conquetes.*

mis prodigiis scatet *Livius*: quo auctore hac in parte sanguis, illac lapides, ranæ, insectaque alia pluebant sæpe de cælo. Hæc admittere, prudentis hominis non est: sed imbecillem potius mentem & vulgus sapit, apud quem aniles hujusmodi fabulæ avide narrantur, audiuntur; & adhibetur etiam fides. Sed quoniam, ut fert proverbium, insignium sæpe falsitatum principium est tantilla veritas; exiguum, & vulgare phænomenon verum repetita narratione semper grandescens, ut plerumque fit in fabulosum degeneravit prodigium.

387. Plurimæ aliquando in campis post transactam pluviam ranæ recenter natæ apparent, & exigua alia insecta. Illa omnia e nubibus ex cælo excidisse eo tantum argumento ductum existimat vulgus. Hujusmodi tamen insecta non ab aere, sed e terra erumpunt: Aqua enim pluvia per telluris foramina, fissuras, cavernulas, eorum vermium lustra se se insinuante, & penetrante, insecta illa, quæ in subterraneis iis cubilibus nidificant, & delitescunt, sursum in telluris superficiem erumpunt, ut mortem, & naufragium inundatis nidis fugiant. Enim vero neque per civitatum vias, neque supra domorum tecta hujusmodi insecta observantur, licet copiosus etiam illic, ut in agris, imber descendat. Sanguineas aliquando guttas aliquot, hoc est, sanguinem colore referentes pluisse fateor. Rem postremis hisce temporibus observarunt illustris *Peiresck* in Provincia (a), *Vendelinus Bruxellis* (b), *Schuil* Lugduni Batavorum (c). Verum illas non esse sanguineas, sed aqueas, manifeste deprehenderunt relati modo viri in physicis rebus cum primis comparandi, qui rubeum, & sanguineum guttarum colorem ex innumeris fere insectis rubeis provenire deprehenderunt, quos secum descendens pluvia afferebat. Ab excrementis etiam rubeis, quæ papiliones e chrysalidis involucro exeuntes dimittunt, res derivabatur; notatum autem fuit à *Peireskio* post relatam sanguineam pluviam innume-

(a) *Apud Gassendum in vita Peireskii*.
(b) *Idem sect. 3. Physicæ*.
(c) *Apud Khell. t. 2. Phys. disp. 2.*

meram pene papilionum copiam per aerem volitasse: sanguineæ igitur, seu rubeæ notæ, & maculæ, quas in parietibus post pluviam prædictam passim observatas pluvio sanguini referebat vulgus terrore perculsum a papilionum ovis, & excrementis originem ducere deprehensum fuit.

PRUINA, NIX, ET GRANDO.

388. *Pruina* est ros a vehementi frigore concretus, & congelatus. Hinc est, quod solum tempestate frigida, puta, in hyberno tempore, atque iis tantum regionibus, quæ intenso admodum frigore rigescunt, observetur pruina. Æstate, vere, autumno nullibi fere locorum: hyeme etiam pluribus in locis temperatis, & ab acriori frigore immunibus, quales sunt omnes fere regiones per Torridam zonam sitæ, nulla est pruina. Plurimo abundat nitro, quod vel est frigoris præcipua causa, vel saltem perpetuus comes. Nitro referendum est, quod pruina molliores herbas, & flores adurat, & exsiccet, quæ autem sunt duriora, ut olera plurima, mollescant.

389. *Nix* est pluvia quædam minutissima, stillicidium, seu pluviæ bullulæ, quæ in aquam resolutæ descendentes corripiuntur frigore, imperfecteque gelascunt: concretæ autem aliæ aliis adjunguntur, & floccos magnitudinis variæ, multiplicisque figuræ componunt. Plurima quæ superius de pluvia diximus, de nive pariter vera sunt: cum hæc sit etiam pluvia male congelata. Hyberno tantum tempore ningit: supra agros saltem, atque planities: sub editos enim montes, cum perpetuum ibi sit frigus, vel nova omnibus stationibus decidit nix, vel conservatur antiqua. In agris præter hyemem minus est in atmosphæra frigus, quam ad nivem efficiendam opus sit. Quo altiores fuerint nubes, ex quibus nix decidat, eo majores erunt flocci; quia in longiori itinere alii aliis floccis majori numero adjunguntur.

390. Magnam terris fertilitatem afferunt nives ob magnam quam secum adducunt, nitri, & salium copiam. Est insuper nivis corpus admodum rarum, ob plurimas aeris particulas; quas flocci partes male sibi in-

invicem adhærentes comprehendunt, & quibus distinguuntur: neque enim parvæ guttulæ, seu bullulæ sibi invicem adjunguntur, dum erant adhuc fluidæ; sed postquam in exiguas concreverant massulas. Ejus densitas est ad aquæ densitatem, ut 1. ad 6, circiter: 6. igitur digiti cubici nivis unum aquæ efficiunt. In nivis etiam, & niveorum floccorum formatione partem habere vim electricam, ex eo præter supradicta suaderi potest, quod dum ningit, aut lapsura impendet nix, phænomena edantur electrica in deferentibus filis superius jam descriptis. In signis tandem nivis albedo ex innumeris insensibilibus faciebus lucem circumquaque versus omnes partes copiose reflectentibus provenit.

391. *Grando* sunt pluviæ guttæ, quæ dum e nubibus descendunt, repentino frigore vehementi gelascunt. Cum igitur dum in glaciem vertuntur, figuram suam servent, sphæræ fere semper habent formam; ea enim est guttarum pluviæ figura. Nonnumquam tamen sunt ex parte complanatæ, & alias habent figuræ deformitates. Id quod vel ex varia ventorum agitatione, concussione, & pressione provenit, quibus aliæ in alias impinguntur guttæ; vel quia plurima aliquando grandinis grana molliter adhuc concreta simul descendendo uniuntur.

392. Grando eo majoribus granis constat, quo ex altiori loco, & nubibus decidit: cujus rei ratio eadem est atque variæ niveorum floccorum magnitudinis. Id non semel observatum, supra montium fastigia, minutiorem ut plurimum esse grandinem, majoraque ejus grana in imis vallibus interim cadere. Gallinacea ova non raro æquat: ad libram, 30, 40, uncias ascendit aliquando grandinis pondus. Uratislaviæ visam semel esse, quæ 10, & 12. libras in singula grana ponderaret, in actis lipsiensibus (*a*), & transactionibus Anglicanis legimus (*b*). Plurimarum guttarum prægrandium ex altissimis nubibus per frigidum aerem decidentium, & labendo sese congelantium

(a) *Apud Saintignon vol. 5. pag. 67.*
(b) *Apud Beccariæ elettric. naturale lettera 15. pag. 316.*

tium mutua incursio, aliarumque aliis continuata additio ejus magnitudinis caussa est.

393. Elatiores nubes solvuntur in grandinem, humiliores in nivem, aut pluviam: propterea quod ut decidentes guttæ in glaciem vertantur, fiantque grando, opus sit vehementi frigore corripi in atmosphæra. Id vero magna aeris altitudine semper esse, probant nives supra altiores montes semper extantes. Hinc vero habes, quare hyberno tempore ningat, æstivo grandinet cælum. Humiliores primo tempore sunt nubes, elatiores secundo.

LECTIO IX.

DE METHEORIS LUCIDIS

Iride, scilicet, Halone, Parhelio, Paraselene, & virgis.

§. I.

Iris.

394. *Iridis* nomine rem omnibus notam intelligimus, eum scilicet arcum illustrem in nubibus apparentem ex multiplici variorum colorum zona, aut arcubus sibi invicem parallelis compositum, quem tempore pluvio, & lucente supra horizontem sole in nube pluvia soli opposita identidem spectamus. Eum arcum esse caussarum naturalium effectum, experientia, signum Divinæ erga nos clementiæ sacra pagina testatur (a). Unica sæpissime apparet Iris; frequenter duplex. Aliquibus etiam terræ locis non raro videri triplicem, statim referemus. Sed quoniam in communi phænomeno duos observamus arcus compositos; duplex proinde distinguitur Iris: *Primaria*, quæ propius ad terram existit, & *Secundaria*, quæ primariam Iridem, si utraque simul appareat, semper comprehendit. Nonnumquam solus primarius; ali-

(a) *Geneseos cap.* 9. *v.* 13.

aliquando solus secundarius, aut truncatæ singulorum partes spectantur.

395. Circa Iridis naturam absurda plurima in medium attulerunt veteres Philosophi, quæ ne referre quidem operæ pretium est; cum liquidum jam sit, atque perspectum omnibus, quæ sit Iridis caussa, atque natura. Primus ignotum antea hoc physicæ arcanum homines edocuit *Marcus Antonius de Dominis* Archiepiscopus Spalatrensis in Dalmatia, & variæ postmodum religionis, & fortunæ vir (a). Eum veritatem omnino assecutum fuisse, omnia posteriorum temporum, & Philosophorum experimenta confirmarunt: nullumque jam est inter philosophos in præsenti argumento dubium. Illa sane diligentia, labore, animorum contentione, experimentis tentata res fuit, atque discussa; ut eæ tantum nobis supersint peragendæ partes, rem nitide exponere, & ex suis principiis evolvere.

396. Generatim in hoc phænomeno observamus sequentia. I. Colores Iridis tam primariæ, quam secundariæ sunt iidemmet, qui per prysma triangulare visuntur, aut quos habent radii solares per prysma trajecti.

II. In qualibet Iride tres præcipui, & distinctissimi observantur colores, *puniceus*, seu *ruber*, *flavus*, *ceruleus*. Re tamen bene perspecta, septem in Iride sunt colores, *violaceus*, *purpureus*, *cæruleus*, *viridis*, *flavus*, *aurantius*, *ruber*. Cum tamen aliqui ægre a proxime vicinis discernantur; tresque superius dicti distinctissime perspiciantur; ad eos potissimum deinceps attendimus; licet alios etiam admittamus.

III. In interiore arcu, seu Iride primaria ita dispositi sunt colores: infimus, seu interior est *cæruleus*, medius *flavus*, superior *rubeus*. In secundaria, seu exteriore Iride contrario sensu disponuntur: interior est *rubeus*, exterior *cæruleus*. Diversa hæc colorum dispositio est præcipuum utriusque Iridis discrimen.

397. IV. Facile cuique est, Iridem arte efficere; si a sole aversus ex ore ita aquam pressis labiis in arcum

(a) *De radiis visus, & lucis*.

cum sursum oblique conspergas, ut ea stillicidii instar decidat: in parvis enim stillicidii guttis colores Iridis observabis, & parvum arcum momento dispatentem. Idem etiam phænomenum videbis, si fontem exilientem, cujus aqua pluviæ instar decidat, soli oppositum, & illuminatum inspicias. In insigni fluminis Sancti Laurentii in America Septentrionali Catadupa immensa aquæ massa ab altitudine 150 pedum in præceps ruens perennem attollit nubem; ubi Iridis colores, & arcum viatores observant (*a*). Irides igitur aliæ sunt artificiales, aliæ naturales.

398. V. Spectator videt Iridem soli oppositam, ita ut inter solem, & Iridem tam naturalem; quam artificialem existat. Iris præterea tum solummodo apparet, cum pluvium est cælum; eaque in parte, in qua nubes in parvas guttas resoluta decidat, & sol ex adverso resolutam nubem illuminans, non sit supra horizontem elevatus ultra 42 gradus, si Iris sit primaria, vel ultra 52, si Iris sit secundaria.

DEFINITIO

399. Linea SA (*fig.* 15.) a centro Solis S per oculum spectatoris O ad A centrum Iridis ducta, dicitur axis visionis, seu axis ipsius Iridis. Anguli autem AOV, AOZ, quos in spectatoris oculo efficiunt rectæ VO, ZO ab arcuum circumferentiis ad oculum ducti, cum axe visionis, vocantur *Iridis anguli*.

400. VI. Planum arcus Iridis multoties est ad axem perpendiculare: potest tamen esse, & sæpe est obliquum. Anguli autem primariæ Iridis 41 gradus excedunt, sed ad gradus 42 non attingunt, vel non excedunt: anguli, inquam, non ab horizonte, sed ab Iridis centro computati. Color *cæruleus* videtur sub angulo 41 graduum 14 minutorum: *flavus* sub angulo 41 graduum, 30 minutorum: *rubeus* sub angulo 41 graduum, 46 minutorum. Secundariæ Iridis ADE anguli v. gr. ZOA inter gradus 51, & 52 cum dimidio hoc ordine existunt: Color *rubeus* sub angulo 51 graduum, 46 minutorum: *flavus* sub angulo

(a) *Hist. du P. de Charlevoix.*

gulo 52 graduum: *cæruleus* sub angulo 52 graduum, 16 minutorum observatur.

401. VII. Iris igitur spectari potest, ut basis cujusdam pyramidis, cujus vertex est in spectatoris oculo O, axis est recta O A a sole per verticem pyramidis conicæ ad illius basis centrum ducta. Si sol sit in horizonte; dimidius tantum arcus D E (*fig.* 17.) spectatur ad horizontem ipsum rectus. Reliquum impedit telluris crassities; cum supra axem B D horizonti parallelum dimidius solum extet circulus: eo casu spectantur supremi colores Iridis sub altitudine graduum 42 ab horizonte. Quo autem altius ab horizonte elevetur Sol; eo minor Iridis arcus, & quidem ad horizontem obliquus spectabitur: quoad, Sole ad altitudinem graduum 42 elevato; nullus jam primariæ Iridis color spectari poterit. Integram Iridem; seu circulum in nube resolutâ factum, raro observabis, nisi supra montem existas, arcus vero in nube appareat supra vallem incumbenti: maxime tamen artificialem, aut in aquæ sursum violenter salientis lapsu.

402. VIII. Si parvam vitream phialam, aut bullulam aquâ plenam A (*fig.* 16.) ita soli S oppositam constituas, & paullatim eleves per A B C, ut fiant angulus D O A 41 graduum, & 14 minutorum, angulus D O B 41 graduum 30 minutorum, angulus D O C 41 graduum, 46 minutorum; iis in positionibus in parva bullula colores Iridis observabis; in prima quidem A *cæruleum*, in secunda B *flavum*, in tertia C *rubeum*. Idem observabis phænomenum, si bullula immobili oculum ita moveas, ut prædicti anguli efficiantur. In hisce autem guttulis, seu phialis vitreis radii solares duplicem patiuntur refractionem; & unicam reflexionem, ut statim explicabimus.

403. IX. Quod si eædem phialæ, seu bullulæ E F G (*fig.* 16.) ita disponantur, ut radii E O, F O a bullulis illuminatis ad oculum O incidentes efficiant cum axe O D angulum, sub quo secundaria Iris apparet; colores secundariæ Iridis in guttulis ita dispositis eodem modo, & ordine, atque in secundaria Iride observabis. In hujusmodi tamen bullulis radii solares duplicem refractionem, & duplicem reflexionem patiuntur.

404.

404. Quodsi oculo existente in O, omnes prædictæ phialæ insimul ponantur sub datis angulis in A B C, E F G; in iis utriusque Iridis colores spectabis. Concipe modo, lineas O A, O B &c. circa aliud anguli latus O D immotum volvi; extrema A B C &c. describerent arcus circa D sub iisdem semper angulis: si secundum eos arcus phialas disponas; tum perfectam spectabis utramque iridem. Hucusque exposita sunt prorsus indubia.

PROPOSITIO XXXI.

405. *Iris primaria, seu Iridis colores ex eo efficiuntur, quod radii solares* C L., M N (Fig. 15.) *in pluviæ e nube labentis guttulas, quasi in aqueas phialas incidentes, in easque ingressi, post duplicem refractionem, & unicam reflexionem ita ab iis erumpant, ut ad spectatoris O oculos reflectantur sub angulis 41 graduum, 14 minutorum: 41 graduum 30 minutorum: 41 graduum 46 minutorum: eoque pacto e guttulis aqueis colorati egrediuntur, & dictorum colorum sensum excitant in spectatoris oculo.*

Hæc propositio ex iis, quæ supra posuimus, aperte deducitur. Colorum naturam impræsentiarum non explicamus: Id tantum ex alibi dictis animadverto, per prysmata bullulas, & phialas aqua plenas radios luminis ita diffringi, separari, ac modificari, ut diversos efficiant colores. Omne igitur spatium P L N G, quod, in guttas sese resolvente nube, parvis guttulis sese contingentibus, & aliis alias subsequentibus plenum est, perinde spectari debet, ac si innumeræ parvæ bullulæ essent per totum illud spatium arte dispositæ: idem enim est, sive bullulæ sint naturales, sive artificiales: eo in casu omnes guttæ, & bullulæ in semicirculari fascia, seu Zona F N G dispositæ, e quibus radii ad spectatorem O missi efficerent cum axe O A angulum 41 graduum, 14 minutorum, sub colore cæruleo apparerent: sub flavo, quæ mediam Zonam G L Q sub angulo 41 graduum, 30 minutorum componerent: sub rubeo denique, quæ exteriorem Zonam P R B G sub angulo 41 graduum, 46 minutorum efficiunt: iidem igitur colores apparebunt in naturalibus aquæ guttis e nube decidentibus (*fig.* 15.)

406.

406. Radii solares M N, C L, qui interiorem arcum, seu primariam Iridem efficiunt, hoc pacto diriguntur: per superiorem partem R ingrediuntur; id enim patet in artificialibus phialis; si enim tantummodo pars superior R operiatur; colores illico evanescunt; licet reliquum phialæ corpus a sole illuminetur. *Secundo:* Ipso in ingressu R refringuntur ad perpendicularem; cum a rariori ad densius medium transeant. Radius idcirco C R flectitur ab R versus centrum L. In posteriori guttæ parte T partim ulterius ad aerem transeunt, si rectam, & aptam offendant viam: pars vero, quæ in parietes, & partes solidas aeris incurrit, reflectit, & ad partes inferiores V regeritur. *Tertio*: In inferiori parte V in aerem iterum exeunt: ac proinde iterum refringuntur a perpendiculari recedendo; quia a gutta ad aerem, a densiori ad rarius medium transeunt.

Qua ratione radii per prysmata, aut guttas transeuntes, reflexi, & refracti in colores vertantur, aut evadant colorati; utrum scilicet id fiat per radiorum modificationem, per umbrarum mistionem, an per mutuam separationem, alibi exponimus.

407. Secundaria Iris in naturalibus pluviæ guttis, sicut in artificialibus phialis, hoc pacto efficitur. Radii Solares K S (*fig.* 15.) per inferiorem phialæ, aut guttæ partem S ingressi, illicque ob datam modo causam refracti, ad oppositam superficiem H appellunt; ibique reflectuntur, qui in partes aeris solidas impingunt, & ad superiorem partem X tendunt, in qua novam patiuntur reflexionem, cujus beneficio ad anteriorem, & superiorem partem Z appulsi in aerem denuo refracti regrediuntur (non quidem omnes, sed pars sensibilis), & a perpendiculari recedendo, deorsum versus spectatorem O diriguntur. Guttæ igitur omnes, sive naturales sint, & a nube pluvia decidentes, sive artificiales, quæ Zonam ÆSY componunt sub angulo graduum 51. 46', colorem habent *rubeum*: quæ mediam Zonam ÆZDQ efficiunt sub angulo 52 graduum, *flavum*: quæ in extima tandem IOI existunt sub augulo 52. 16', *cæruleum*.

COROLLARIUM I.

408. Hinc manifeste habetur ratio, quare Iris pri-

maria vividiores multo habeat colores, quam secundaria. Radii enim in reflexione plurimum debilitantur, quia plurimi in obsistentem superficiem introgressi deperduntur; cum igitur radii duplicem in secundaria, unicam in primaria Iride reflexionem patiantur; inde est, quod dilutiores multo sint secundariæ, quam primariæ Iridis colores. Idem est de coloribus intermediis, qui trium præcipuorum Zonas disterminant, suntque eorum velut confinia.

409. Quo tamen pacto, inquies, explicari poterit singulare illud phænomenon à P. *Pardiès* observatum (*a*)? Per loca satis edita iter agens sole ad altitudinem 15 graduum supra horizontem orientalem elevato, & clarissime lucente, cæloque nullis nubibus obducto, in humili valle soli opposita primariam Iridem in herba perfecte vividis coloribus depictam despexit. Respondeo: Eo tempore matutino olera, & cæteras vallis herbas plurimo, & abundanti rore in guttas semper conformato esse consperfas, & humectatas: in iis proinde eodem modo, ac in phialis, & aquæ guttis e nube decidentibus radii solares oppositi refringuntur, reflectunt, & Iridis colores efficiunt. Neque rarum est, partem Iridis solo jacentem videre, etiam tum, dum reliquam arcus ipsius partem in aere spectamus. Iris in solo existens, esset quasi projectio ejusdemmet Iridis, quæ intra tellurem efficeretur, nisi ea obstaret.

COROLLARIUM II.

410. Patet igitur jam ratio eorum omnium, quæ supra ut certa posuimus: Iridem scilicet soli semper esse oppositam: pluvio tantum cælo naturalem, artificiali stillicidio, aut phialis aqua plenis artificialem efformari &c. Neque enim radii solares colores fiunt nisi refractionis, & reflexionis ope; in guttis autem, phialis, prysmatibus, & id genus aliis reflectuntur, & refringuntur. Radii etiam solares reflexi & refracti ad eandem plagam, unde venerant, regrediuntur, opus

---

(a) *Journ. des sçavans 7. Fev. an. 1667.*

Opus igitur est, spectatorem O inter solem, & guttas reflectentes, & refringentes existere, ut adspiciat iridem.

411. Illud diligenter animadvertendum in omnibus guttis, quæ in toto spatio, seu nube I O I A D (*fig.* 15.) illuminantur a sole, radios solares recipi, refringi, reflecti, eosque radios in singulas hujusmodi guttas ingredi, non tantum per partem inferiorem V S, sed etiam per superiorem R Z, & cæteras etiam guttarum partes. Ex singulis præterea illuminatis guttis, & per superiorem, & per inferiorem partem egrediuntur. Quin etiam ex singulis guttis innumeri fere radiorum coloratorum fasciculi erumpunt; sed ad diversos prorsus spectatores tendunt, & diriguntur, ut ex sequentibus fiet manifestum.

COROLLARIUM III.

412. *Quilibet spectator suam videt peculiarem Iridem tam primariam, quam secundariam: neque duo spectatores eandem videre possunt, nisi in eundem locum succedant.* Sint plures homines B A (*fig.* 17.) in eadem linea B A ad axem B D perpendiculari, aut obliqua, & in nubem oppositam conversi. Spectator quidem A arcum, seu Iridem observat C; spectator tamen B non primam, sed aliam Iridem E videt, cujus axis est non recta A E, Iridis alterius axis, sed recta B D ad Iridem, seu arcum E perpendicularis. Sint deinde (*fig.* 18.) plures spectatores X Z Y in eadem recta horizontali K V in diversis a nube distantiis, vel etiam in ipso axe Iridis: Omnes quidem Iridem spectant, quisque tamen suam: In hoc autem casu Irides omnes sunt arcus concentrici. Remotior a nube spectator Y Iridem primariam E F G sub angulo 42 graduum: secundariam B C D sub angulo 52 observet: Si spectator Z magis ad nubem proximus eandem spectaret Iridem; esset etiam angulus E Z V 42 graduum, angulusque B Z V 52 haberet gradus: hoc autem est impossibile; est enim angulus externus E Z V interno opposito E Y V major (*a*): si ergo angulus E Z V fuerit Primariæ Iridis proprius; angu-

(a) *Elem. Geom. Elem. 1. n. 100.*

lus EY V pauciores habebit gradus, quam ad primariam Iridem videndam requiruntur.

413. In postrema hac spectatorum dispositione fiet, ut eademmet gutta, seu arcus EFG, qui spectatori Z est Iris primaria, sit spectatori X secundaria; & ea in parte BCD, qua spectator Y primariam, spectator Z secundariam videat; & sic deinceps. Vel igitur plures spectatoris e diversis locis in nubem aspiciant, vel idem locum suum mutet; alia semper, & alia pro locorum diversitate spectabitur Iris; licet ad hujusmodi diversitatem minime attendatur.

COROLLARIUM IV.

414. *Quælibet igitur gutta* EF *a sole illuminata omnes simul, tam primariæ, quam secundariæ Iridis colores emittit versus diversas partes, alios, & alios spectatores sub definitis hucusque angulis* Zona v. gr. E, quæ spectatori Z apparet rubea, in N apparet flava, in M cærulea: in X iterum cærulea, sed jam ad secundariam Iridem spectat, &c. omnisque proinde tractus BFL guttis decidentibus plenus, infinitam pene habet colorum varietatem, nullumque est eo in spatio punctum, quod multipliciter coloratum non appareat, ut modo diximus (fig. 18.).

415. Iridis altitudo supra horizontem in certa passuum mensura, hoc est, quot passus v.gr. supra horizontem elevetur arcus HL, aut quot etiam passus a spectatore sit remotus definiri certo non potest. Etenim ad altitudinem dignoscendam, opus esset, ut distantia prius dignosceretur; hæc autem haberi non potest, nisi eadem Iris e pluribus locis videretur: quod ex supradictis est impossibile. Id tamen verum est, eo altius supra horizontem attolli Iridem, quo fuerit a spectatore remotior; si arcus sint similes: ut enim arcus similes sub eodem angulo ex diversis distantiis spectentur; necesse est, ut qui est magis remotus, sit magis elevatus, ut facile patet ex Geometricis.

COROLLARIUM V.

416. *Iris primaria videri nequit, si solis supra horizontem altitudo sit æqualis, vel major* 42. *gradibus: se-*

secundaria si Solis altitudo 52. gradus, & 16. minuta adæquet, vel superet. Cum enim angulus HDG (fig. 19) sit graduum 42. tantumque deprimatur Iridis, seu arcus ILM apex L, quantum ex alia parte elevatur Sol; Sole ad 42. gradus elevato, supremum arcus apicem L ad totidem gradus deprimi necesse est, hoc est, in telluris superficie evanescere. Similiter de secundaria Iride statuendum. Hinc est, quod omnibus in locis, regionibus, & stationibus, in quibus solis altitudo meridiana ad 42. gradus non pertingit, totæ diurno tempore formari possint Irides. Hujusmodi regiones sunt omnes in Zonis frigidis, & plurimæ in temperatis jacentes. Ex adverso per omnem Zonam torridam Iris primaria spectari non potest meridiano tempore, aut per horam ante, vel post meridiem; eo enim tempore plusquam 42. gradus supra horizontem elevatur Sol; licet antarcticum percurrat, & regio prope arcticum tropicum sita sit.

COROLLARIUM VI.

417. Facile igitur jam constat, quare Iris arcum semper referat. Cum enim radii ejusdem coloris ad eundem spectatorem adveniant sub eodem angulo cum axe pyramidis; necesse est, ut arcum circa axem efficiant. Duo tandem animadvertenda sunt: *primum*, arcum, immoto spectatore, sensim elevari vespere, matutino tempore sensim deprimi: contraria enim ad Solem ratione movetur; dum igitur Sol matutino tempore ascendit; descendit arcus: ascendit vero, cum Sol vespere descendit. In sphæra parallela, in qua Sol eodem die, in eadem semper altitudine parallelus ad horizontem circumvolvitur, Iris motu contrario circa horizontem moveri toto die apparet. *Secundum*; spectatorem immotum non in iisdem semper guttis colores Iridis spectare, licet reapse id sibi persuadeat; Interim enim, dum phænomenon aspicis, descendunt, & prolabuntur guttæ, aliæque aliis succedunt: quæ igitur modo in Zona B cæruleum, in zona statim C (fig. 18.) flavum, in circulo postea D rubeum colorem spectatori Y ostendit, & ita de aliis tam in primaria, quam in secundaria Iride.

418. Facile ex hucusque dictis concipies, quod posui superius inter observata, Iridis planum esse ut plurimum ad axem perpendiculare: sæpe tamen obliquum. Ex puncto B (fig. 23.) montis vertice in nube soli A opposita, & supra vallem, aut planum incumbenti adspicitur. Iris DLEM: qua quidem rerum positione phænomenon potest videri integrum. Tota superficies coni BDLEM habere potest colores Iridis: reapse vero habebit; si totum illum aeris tractum nubes occupet in stillicidium sese revolvens. Omnes igitur sectiones illius coni possunt esse irides. Si nubes existat in plano, seu sectione perpendiculari EMDL, perfecta, vel imperfecta; rectam etiam positionem habeat Iris, necesse est. Si pars nubis esset in F, reliquum ab F versus G diffunderetur; Iris esset obliqua FG.

419. Detur præterea a G usque ad B solum esse herbosum copiose rore madidum; Iridis colores per id solum distensi spectarentur. Postremum hoc observare mihi jam sæpe accidit. Hinc ulterius consequitur, Iridem posse projici, aut esse arcum circuli, ellypsis, parabolæ, hyperbolæ, trianguli: partem convexam, aut concavam posse a spectatore videri. Superiora intelligenti hæc omnia sunt perspicua. Sicut in agrorum herbis rore madidis, ita & procellosi in maris superficie vento agitata, fluctuante non raro formantur, & videntur irides: licet minus vividæ, illustres & constantes, atque aliæ in cælo apparentes.

420. Circa Iridem lunarem nihil est cur immoremur: eodem enim pacto a radiis lunaribus efficitur, atque alia a solaribus: rarissime tamen, nec nisi in pleniluniis observatur; & colores præterea habet dilutissimos ob lunarium radiorum paucitatem, & debilitatem. Hujusmodi Iridem observavit *Scherffer* (a), in eaque dicta modo phænomena deprehendit. Tertiam etiam aliquando Iridem apparere, oculati testes sunt *Ulloa*, & *Outhier*: eam tamen, cum apparet, dilutissimos, & intermortuos ut plurimum habere colores necesse est; triplici enim reflexione ad nos re-

(a) *Inst. Phys. p. 2. Exerc. 5. art. 2.*

regeruntur solares radii, in quarum singulis plurimi deperduntur, & debilitantur (*).

Tres

(*) *Nous avons vû sur les 7. heures du soir un arc en ciel fort singulier. Comme le Soleil etoit beau au Nord-ouest; il a paru dans la pluie, qui tomboit vers le Sud est, un arc en ciel triple ..: je n'ai pu appercevoir aucune marque d'un quatrieme arc, qui auroit du, ce semble, paroitre du moins foiblement a quelque distance, & concentriquement a l'arc extraordinaire* (hic arcus extraordinarius alios duos vulgares secabat, illiusque apex supra aliorum apices erat elevatus), *l'arc extraordinaire etoit certainement formé par les raions du Soleil, reflechis par les eaux du lac qui se trouvoit Nord-ouest, de meme que le Soleil.* Voyage au Nord, *an.* 1736. *pag.* 72.

Magis singulare est phænomenon a D. *Ulloa*, & aliis Academicis in Quitto observatum: tres enim arcus Iridis perfectos, & quartum etiam minus perfectum supra horridos illos *Andium paramos* magna cum admiratione frequentissime observarunt.

Para nosotros fueron de grande admiracion dos (phenomenos) que en los principios no dexaron de sorprendernos con su novedad: pero la continuacion de verlos varias veces repetidos, nos los hizo familiares. El primero fue observando en Pambamarca *la primera vez, que subimos a aquel paramo: y consistia en un* arco Iris *entero, y triple formado en esta manera. Al tiempo de amanecer se hallaba todo aquel cerro envuelto en nubes muy densas, las que con la salida del Sol se fueron dissipando, y quedaron solamente unos vapores tan tenues, que no los distinguia la vista: al lado opuesto por donde el Sol salia en la misma montaña, a cosa de diez tuessas distante de donde estabamos, se veia como en un espejo representada la imagen de cada uno de nosotros, y haziendo centro en su cabeça tres* Iris *concentricos, cuyos ultimos colores, o los mas exteriores del uno tocaban a los primeros del siguiente; y exterior a todos algo distante de ellos se veia un quarto arco formado de un solo color blanco: todos ellos estaban perpendiculares al horizonte, y assi como el sugeto se movia de un lado para otro, el phenomeno le a-*

Tres Irides eodem tempore in eadem nube observavit Halleius Chestriæ in Anglia anno 1698. : duo interiores arcus a vulgaribus non distinguebantur : tertius reliquis duobus superior colores habebat eodem modo dispositos atque primarius , æque vivos , ac secundarius : Crurum extrema in horizonte cum primarii cruribus confundebantur : tertius proinde arcus secundum in tres partes (fere æquales) secabat. Post aliquid temporis pars superior tertii arcus cum secundo omnino confusa est , ejusque colores illa in parte evanuerunt : in communibus eorum arcuum sectionibus , color rubeus in alium rubeum incidens , vividiorem efficiebat rubedinem , quam illa foret primi etiam arcus (*a*). Tres etiam arcus prædictis similes alii observarunt , nominatim vero *Sengu**erd*** anno 1685. (*b*). *Celsius* in Svecia anno 1743. (*c*).

DE

---

compañaba enteramente en la misma disposicion , y orden : pero lo mas reparable era , que hallandonos alli quasi juntos seis , o siete personas , cada una veia el phenomeno en si , y nò lo parcebia en los otros . La magnitud del diametro de estos arcos variaba successivamente a proporcion , que el Sol se elevaba sobre el horizonte . Al mismo tiempo se desvanecian todos los colores , y haciendose imperceptible la imagen del cuerpo , al cabo de buen rato desapparecia el phenomeno totalmente : en los principios era el diametro del Iris *interior tomado en el ultimo color que le correspondia , de* $5\frac{1}{2}$ *grados a corta differencia ; y el del blanco exterior y apartado de todos 67. grados . Quando empezaba el phenomeno , parecian los arcos en figura oval , ò eliptica correspondiente al disco del Sol , y despues se perfecionaba , hasta quedar perfectamente circulares .* Ulloa *Relacion Histor. P. 1. lib. 6. cap. 9.*

(a) *Encyclopedie v. Arc en ciel .*
(b) *Journal des sçav. 1685. Encycloped.*
(c) *Hist. de l' Acad. 1743.*

§.

DE HALONE, PARHELIIS, PARASELENE, ET VIRGIS.

DEFINITIO.

421. *Halo* est circulus quidam lucidiores etiam stellas aliquando obscurans, alioque nomine vocatur *Corona*. *Parhelia* sunt spurii aliqui, & ementiti soles, seu veri solis imagines, quæ prope solem interdiu visuntur. *Paraselene* est spuria, & ementita Luna, aut Lunæ imago prope veram Lunam apparens. *Virgas* denique appellamus longos, & luminosos lucis tractus, qui e nubibus ad terram extenduntur, vel etiam inter nubes jacent, & Iridis colores interdum referunt.

422. Astrum circa quod *Halo*, seu *Corona* observatur, in phænomeni centro, aut prope centrum semper apparet. Nec infrequens est, ut non unus dumtaxat, sed duo pluresve circuli, seu *coronæ* concentricæ circa astrum observentur. Halonum, qui Solem, aut Lunam cingunt, amplitudo non eadem in omnibus est, sed eorum diameter 12. 30. 45. & aliquando etiam 90. extenditur gradus. Qui circum alia astra observantur, ultra 5. gradus non occupant. Plerumque nullum habent colorem, sed velut periphæria candida conspiciuntur: interdum vero zonas habent coloratas. Colores neque iidem semper sunt, neque eorum ordo semper constans. Illud tamen certum est, longe semper esse dilutiores in halone, quam in Iride colores: & multo frequentius circa Lunam, quam circa Solem phænomenum ejusmodi apparere. Frequenter etiam accidit, ut in singulis, diversisque ejusdem halonis zonis, seu coronis concentricis, neque iidem colores sint, neque idem colorum ordo. Peculiares horum omnium observationes non adduco, quia in phænomeno passim occurrente rem per se examinare unusquisque potest.

423. Halones, seu coronæ arte parantur, iis omnino similes, quos in cælo circum astra observamus: atque ex artificialium cognitione, & formatione, quæ

quæ naturalium causa sit, edocemur, ut circa Irides etiam observavimus.

PROPOSITIO XXXIII.

424. *Halones ex eo oriuntur, quod radii solares, aut lunares sub Sole, aut Luna intra telluris atmosphæram in nubem incidant, compositam ex vaporibus, seu insensibilibus guttulis, quæ minores sint iis, in quibus pinguntur Irides, & præ raritate sua sint in aere suspensæ.*

Facile in hunc modum probabis singulas propositionis partes. Primo quidem halonem fieri intra nostram atmosphæram: neque enim, nisi cælo nubilo apparent, neque e duobus locis dissitis, in telluris superficie videntur; multa præterea habent cum Iride communia. Deinde dissipata nube illa rara, qua eo tempore, & loco obductum est cælum, illico dissipatur etiam halo: deficit etiam totus, si integra dissipetur nubes: quod si nubis solum pars aliqua deficiat, ex ea etiam parte disparet. Tandem quam primum ventus ea in parte atmosphæræ spiret; evanescit illico corona.

425. *Secundo*: Fieri in vaporibus in propositione indicatis experimento, & ratione constat: 1. Similis enim coronæ candelam cingit, cum inter candelam accensam, & observatorem interest nebula, aut crassiores vapores; seu cum candelam accensam per medium fumum e fervente aqua erumpentem intuemur. 2. Sit bulla quædam vitrea B C (fig. 20.) aqua plena, quæ vaporem referat, in eamque Soli expositam incidant radii solares A R, M I, qui omnes post bullam in charta candida excipiantur. Radii perpendiculares A R recta transeunt, nullumque colorem in opposita charta depingunt: radii tamen MI, MH, O L, O G, P B, P C, qui incidunt in bullæ zonas H I, G L, B C, & semel in ingressu, iterum in egressu refringuntur, zonas etiam coloratas in charta exhibent, iis coloribus distinctas, quos in Iride observamus, *rubro*, *flavo*, *cæruleo*, *violaceo* &c. Quod si chartæ loco spectator constituatur; diversas zonas coloribus iis distinctas circa candelæ flammam per medium bullæ lucentem observabit. Radii enim per totam fasciam, seu zonam circularem H I transacti,

&

& dupliciter refracti, quemdam colorem induunt, & primum annulum coloratum D in charta pingunt, aut exhibent: oculus igitur e loco annuli D per bullam in flammam intuens, rotundum annulum coloratum H I in M M refert, eoque luminosum A circumductum intuetur.

Jam vero radii illi solares P B, O G, M H, M I &c. per phialam, & phialæ zonas traducti post duas refractiones coeunt, seu transeunt per punctum R: si igitur oculus existat in R immotus; illas omnes prædictas coronas coloratas eodem tempore, & ex eodem loco circa luminosum videbit.

427. Sint præterea guttæ quamplurimæ A B C D E F G H I (fig. 21.) in aere libratæ non parum a sese dissitæ: in easque superne incidant radii P C, Q D, S F, T G &c. radio R E paralleli. Radii a Sole in hujusmodi phialas naturales, seu bullulas incidentes perinde refringuntur, atque A, M, O &c. in phiala artificiali B C, vel etiam prysmate triangulari. E singulis hisce bullulis radii diversi, diversis etiam coloribus tincti, per diversas tamen directiones, seu angulos egrediuntur, ut in radiis per prysma, aut per phialam B C traductis observatur: in guttis v. g. D F aliqui radii perinde refringuntur, atque M I, M H in phiala: hujusmodi autem radii eumdem in puncto M colorem generabunt, quem radii M I, M H in puncto R. Aliqui radii similiter in guttis C G (fig. 20. 21.) refringuntur, colorantur, & diriguntur ad M, atque radii O L, O G in phiala: eundem igitur colorem in M exhibebunt in prædicto puncto, quem radii O L, C G in puncto R, & sic de aliis. Spectator igitur M in ejusmodi puncto existens colorem alium in parte, seu guttis D F, alium in parte, seu guttis C G spectabit. Finge modo guttas omnes A B C D E F G H I circa radium, seu axim R M, a Sole ad spectatorem ductum circumvolvi in eadem semper ab illo distantia. Cum in singulis hujusce revolutionis punctis similiter, & sub eodem angulo a Sole illuminentur; eumdem radium eodem colore tinctum ad spectatorem emittent. Spectator igitur M duas, tres, aut plures zonas coloratas, & circulares circa astrum in earum centro apparens videret. Perinde autem est, sive guttæ A B C circumvolvantur, sive spatium, per quod revolventur, sit simili-

bus

bus guttis plenum. Eo pacto non tantum duæ, sed plures interdum zonæ coloratæ circa Lunam, Solem, aut lucidiora sidera apparent.

428. Singuli tamen vapores, dices, seu bullulæ in toto spatio A I contentæ, a Sole, aut Luna illuminantur, eorumque radios refringunt, ac proinde coloratos transmittunt: vel igitur in toto spatio A Z I L Iridis colores observabimus, ac proinde halonis figura non erit circularis; vel nullus etiam color in circularibus zonis observabitur.

Resp. E singulis vaporibus in spatio AZ I (fig 21.) contentis radios emitti coloratos, sed ad diversos spectatores dirigi, ut de Iride superius diximus: e zona v. gr. A Z I, seu e bullula A radius A K rubro B M parallelus, ac proinde similiter refractus, & eodem colore tinctus transmittitur; sed ob ipsummet parallelismum cum radio B M, non ad punctum M, in quo radii B M, A M terminantur, sed ad punctum K dirigitur, & ita de aliis.

429. Vapores tandem, qui sunt halonum materia, tenuiores iis esse, in quibus Iridis colores pinguntur, ex eo constat, quod Iridis bullulæ interea, dum apparet phænomenon, pondere suo prolabuntur; quæ tamen halonem efficiunt, sunt in aere pendulæ, & ab illo sustentantur; majorem igitur habent tenuitatem, raritatem, & minorem massam, quam guttulæ, in quibus Iridem spectamus.

COROLLARIA.

430. I. Ex dictis constat, non fieri, aut formari halones in stellis ex glacie pellucida compositis, ut *Cartesio* primum, & pluribus deinceps ejus asseclis arrisit: neque in globulis grandinis nivem in se se comprehendentibus, ut post *Christianum Huighens* plures alii existimarunt. Præterquam enim quod ratio, & experientiæ demonstrent, halonem eo, quem diximus, modo in vaporibus efformari; plurima interdum hujusmodi phænomena statione illa observantur, in qua nullæ vel nives, vel grandines efformari possunt. Deinde globi, aut stellæ glaciatæ præ gravitate sua non possent in aere sustineri, sed statim prolaberentur; halones autem per longum tempus in aere visuntur.

431.

431. II. Halo circularis apparet; quia radii colore tincti sub eodem angulo, similiterque refracti ad spectatorem M diriguntur ab omni parte. Solem, aut Lunam sequuntur, seu potius sequi videntur Halones: quia astris procedentibus, ex aliis semper, & aliis vaporibus circa rectam R M, una cum sole motam, & in eadem ab illa distantia refringuntur, atque transmittuntur semper ad spectatorem radii. Unde etiam patet, astrum in Halonis centro semper existere, licet utrumque semper moveatur, & quod modo in parte nubis A apparuit, in alia deinceps parte B conspiciatur.

432. III. Halo interdum in aliqua parte potest deficere, dum in alia lucidus perseverat: si nempe ex parte aliqua dissipentur vapores, dum ex alia parte supersunt; falcatum proinde aliquando spectabitur phænomenon, ut de Iride etiam diximus. Halonis magnitudo varia esse potest; pro majori vaporum raritate, aut densitate, & pendente ex iis radiorum refractione: ex majori etiam vel minori vaporum altitudine, & distantia hujusmodi varietas oritur.

§.

PARHELIA, ET PARASELENE.

OBSERVATIO.

433. Plurimi aliquando interdiu Soles visi sunt; tres simul apparuisse, auctor est *Plinius* (*a*). Septem Dantisci observavit *Hevelius* anno 1661. 20. die Februarii sub horam undecimam (*b*). Anno item 1629. quinque observavit Romæ *Scheinerus*, sequenti anno septem. Ementiti Soles luce aliquando parum vivida fulgent; adeo tamen nonnumquam coruscant, ut eorum lucem acies oculorum ferre nequeant. Eorum insuper duratio varia: horam aliquando, interdum duas, aut quatuor tenent. Cum hujusmodi phænome-

(a) *lib. 2. Hist. nat. cap. 31.*
(b) *apud Khell. t. 2. Phys.*

menum apparet; aliqui semper halones circa Solem, aut Lunam videntur, qui se se mutuo intersecant. In halonum solummodo circumferentiis videntur parhelia, & fere semper in intersectionibus. Generatim vero circa parhelia etiam observatur, eo esse lucidiora, quo minus vividi fuerint colores Halonum, in quorum intersectionibus efformantur; alios esse caudatos, alios cauda carere: in eorum circumferentiis apparent quandoque colorati. Hæc eodem modo in *paraselenis* observantur: quæ ut clarius intelligantur, inspice in subjecto schemate *parhelia* Dantisci ab *Hevelio* observata.

434. Verum Solem A non multum supra horizontem elevatum Halo coloribus Iridis depictus BGCI (fig. 22.) circularis, & horizontem fere lambens in I circumdabat: eum circulum coloratum duo alii halones concentrici complectebantur, ZGY, coloratus, HLM candidus, quorum pars, impediente horizonte deficiebat. Per verum Solem A alius pertransibat Halo prioribus excentricus, eosque intersecans, cujus centrum erat in K, ipsius loci Zenith; hic tamen circulus intra halonem BGC disparebat. Alius præterea circulus, seu circuli excentrici segmentum QGR halonem BGC contingebat in G: alia alterius circuli excentrici pars SLN halonem ZGY tangebat in G. Soles denique hoc ordine, & numero apparebant: verus in A, spurii duo soles Iridem in marginibus referentes in intersectionibus BG visebantur, albicantibus caudis BV, CX per circulum horizontalem productis instructi. Alii item duo mentiti Soles multum lucidi, nullisque coloribus præditi in intersectionibus ED lucebant: Sextus postremis hisce duobus prorsus similis, e regione veri Solis A apparebat in F: Septimus tandem Sol colore præditus in intersectione L. Hucusque phænomeni descriptio, quod per horam fere, & dimidiam duravit.

435. Extra dubium esse debet, parheliorum colores ex iisdem caussis provenire, ex quibus Iridis colores nascuntur, quos superius suis in locis explicavimus. Certum etiam est, dicta phænomena intra telluris atmosphæram in rarioribus aliquot apparere nubibus. Neque enim e pluribus locis videtur unum, idemque hujusmodi metheoron: quod citra dubium continge-

ret

ret, si extra atmosphæram existeret: neque alia ratione parhelia efformari posse videntur, nisi solarium radiorum in vaporibus terrestribus reflexione, & refractione.

PROPOSITIO XXXIII.

436. *Parhelia, & Paraselene non aliunde oriuntur, quam ex intersectionibus halonum luce satis vivida fulgentium; ex quibus fit, ut ob geminatam lucem splendidius quadrata illa elucescant, & Solem referant: accedere etiam potest peculiaris aliqua radiorum solarium reflexio.*

Primo enim in halonum intersectionibus fere tantum parhelia observantur, ubi proculdubio multo copiosior est lux. Deinde nulla alia est ratio hujusmodi phænomena explicandi, quæ physicis observationibus innitatur: hæc vero, quam posuimus, rei caussa, & existit in natura, & phænomeno explicando apparet sufficiens.

437. Unde tamen est, dices, quod in puncto F parhelium observatur, licet nulla illic sit halonum intersectio? Resp. Nullus quidem videbatur circulus intersecans halonem E A F in puncto F; cum tamen aliqui arcus essent interrupti, & imperfecti; nullum fuisse arcum per F ductum, licet extra F non appareret, affirmare non ausim. Deinde pars aliqua nubis splendidior in F, lucemque vehementius reflectens parhelium referre poterat.

438. Parheliorum caudæ aut tractus nubium erant post parhelia, perinde ac illa, lucentes, aut radii solares per phænomenon transmissi, in vapores post ipsum impacti, sensim refractione adunati, aliique in alios incurrentes, & reflexione ad nos directi.

439. Virgæ denique obvium passim metheoron, nihil in se notabile continent, quod ex supradictis non intelligatur: si enim sint longi nubium tractus colorati; isti colores eandem habent caussam, atque colores Iridis: Ii vero lucidi, seu albentes tractus e nubibus in tellurem porrecti, sunt radii ipsi solares per medias nubes trajecti, & ex atmosphæræ vaporibus copiose ad nos reflexi.

PY-

PYROTECHNIA PHYSICA SEU DE IGNIS ELEMENTO

LECTIO I.

De Physica Ignis natura, & proprietatibus.

1. NUllum fortasse est in natura corpus, cujus natura magis nos lateat, atque omnes Physicorum conatus, ac tentamina magis eludat, quam Ignis; licet alia ex parte nullum forsan sit in natura, cujus proprietates melius agnoscamus, a quo plura accipiamus beneficia, & circa quod plura hactenus instituta fuerint experimenta. Inter Physicos omnium accuratissime, meo saltem judicio, hoc argumentum tractavit *Hermanus Boerhave* (*a*), ex quo plurima desumpsi: illa vero, quae ulterius addam, vel tantummodo ab experimentis, & notis effectibus deduco, vel nonnisi dubitanter proponam: candide enim fateor, in Igne illiusque natura, proprietatibus, phaenomenis, & agendi legibus, siquo in alio Physicae argumento, obscurum, nescio, quid mihi semper, & ubique observari. Quare in hac potissimum philosophiae parte observationes, experimenta, & nota phaenomena praemittere, ex iisque deinceps philosophari opus esse existimo.

2. Circa physicam ignis naturam, reconditam illam quidem, & in naturae sinubus latentem quaenam sint, aut fuerint philosophantium opiniones, paucis accipe. Nonnulli fuere, qui existimaverint, Ignem neque purum spiritum, neque purum corpus haberi, sed mediam quamdam esse inter spiritus, & corpora sub-

(a) *Chemia p. 1. de igne.*

substantiam. Hujusmodi opinamentum omnium pene calculo rejicitur. Peripatetici, veteres potissimum, omissis rationibus mechanicis, Ignem in peripatetica forma *substantiali* statuebant ab omni corpore diversa. Hæc iterum penitus jam est obsoleta. Inter mechanicæ physicæ cultores *Cartesius* cum plurimis aliis Ignis naturam in perturbato inflammati corporis particularum motu adstruunt, ita ut ad ignem non peculiaris materia, sed peculiaris motus cujuscumque materiæ requiratur, & sufficiat. Præcipua hujus sententiæ difficultas in inveniendo, atque statuendo hujusce motus principio, & causa consistit. Ultima tandem, & communissima Physicorum opinio, Ignem in subtilissima quadam materia, ab omnibus aliis corporibus diversa, & ubique diffusa constituit.

DEFINITIO

3. *Rarescere* dicitur corpus, cum illius massa ad majus spatium distenditur: cum scilicet corpus aliquod, puta, aqua, aut spongia, manu antea compressa, sibi libere relinquitur, ad majorem locum extenditur. *Condensari* autem est ejusdem corporis ad minus spatium reductio: aqua v. gr. aut lac palmum cubicum occupans, si ad semipalmarem locum redigatur, condensari dicitur; si eadem semper maneat materia. Porro si densatio per vim aliquam externam prementem fiat; qualiter a manu constringitur spongia; dicitur *compressio*: alio modo facta, dicitur proprie *densatio*. De corpore raro, & denso, raritatis, & densitatis modo, communibus ignis, & caloris effectibus, inferius agem.

DEFINITIO.

4. *Fusio*, seu solutio corporis est duri corporis in particulas insensibiles divisio: Ut, si saccharum in aquam injiciatur, ab aquæ actionibus multipliciter dividitur, agitatur, illiusque particulæ hac illac disperguntur. *Coagulatio*, seu concretio est corporis antea fluidi congelatio, seu in massam firmam reductio. Physicas corporum solutiones & coagulationes inferius dabimus.

5. Ignis, notissimum omnibus elementum, est *sub-*

tile illud corpus, ad cujus præsentiam ardorem quemdam in nobismetipsis experimur; cujus etiam proprium est, & peculiaris character, corpora cætera rarefacere, vel ex se ipso lucem emittere. Hæc duo sunt præcipui ignis characteres: licet enim sit aliquando ignis, aut vehementissimus calor, qui lucem non emittat, ut in aqua, & oleis ebullientibus, sit & interdum, qui corpora non rarefaciat, ut in lunari lumine in ustorii speculi foco congregato visitur; eorum tamen alterutrum raro aut numquam desideratur.

6. Potissimi deinde effectus, & characteres ignis sunt 1. *omnia corpora penetrare*: omnia enim aut ignescunt, aut vehementissime, & intime calescunt. 2. *Calefacere, seu caloris in nobis sensum excitare*; 3. *Corpora rarefacere*: 4. *Corpora solvere*: 5. *Intimas corporum particulas ad motum concitare, in motu, & vehementi agitatione ponere*: 6. *Lucem, ut plurimum saltem, edere*: 7. *Corpora comburere, & penitus dissipare*.

7. Est tamen, ut dixi, ignis intensissimus, qui non lucet; & lux intensissima, quæ non calefacit (*a*): primum visitur in ferro candenti, & calidissimo: in foco speculi caustici, dum corpus illi non applicatur opacum, & in mille aliis exemplis: secundum in luminè lunari clarissimo, quod in foco congregatum ferri ab oculis aliquando non potest: & tamen nullum caloris indicium præbet (*b*). Porro lux solaris directa, quam oculi facillime ferunt, calorem sensibilem producit.

OBSERVATIO I.

Omnia corpora firma, & fluida, in quibus hactenus factum fuit periculum, igne dilatantur, & secundum omnem dimensionem extenduntur, seu rarefiunt, (c) *& in pristinam dimensionem postea rediguntur* (d), *cum igne aut acquisito calore emisso, primum recuperant tempe-*

(a) *Boerhave ibidem.*
(b) *Mem. de l' Acad.* 1699.
(c) *Musch. comment. in tentam. Flor. par. p.*12.
(d) *Idem Elem. cap.* 26. *n.* 762.

peramentum. Id in solidis ope pyrometri demonstratur (a). Fluida autem in phialis, quæ ex ventre capaci in gracile, oblongumque desinunt collum, contenta, dum calefiunt, in collum ascendunt; ab igne amota in ventrem iterum subsidunt. Non omnia tamen corpora æqualiter ab eodem igne dilatantur. Illud insuper notandum, corpora eo amplius rarefieri, quo vehementiori admoventur igni, calescunt, aut ignescunt. Quacumque tamen ignis intensitate agitentur, numquam dilatantur ultra certum raritatis, & extensionis terminum. Res visitur in metallis fusis, aqua ebulliente &c. Hoc insuper discrimen observatur, quod pari ignis intensitate magis dilatantur fluida, quam firma corpora: magis, quæ rariora, quam quæ densiora existunt (b).

9. Corpus a minimo caloris gradu usque ad intensissimum ignem gradatim transeundo, gradatim etiam dilatatur. Ratio sese dilatandi est separatio, atque distractio partium corporis: separatio est motus: Ignis igitur aut est materia cum vi movendi, aut ipsius materiæ motus. Deinde ad distrahendas, separandas, & solvendas particulas corporum tenacissime secum ipsis catenatas maximis opus est viribus: igitur ignis maximam habet vim movendi.

OBSERVATIO II.

10. Metalla, semimetalla, & plura item alia corpora, puta, cera, sulphur, sebum, pix &c. non tantum rarescunt, dum igni admoventur; sed nimium etiam calefacta dividuntur, solvuntur, & liquescunt. In quo iterum notandum; non eumdem caloris gradum ad singula hæc corpora opus esse, ut ab eodem gradu frigoris ad liquorem usque reducantur: sed quo alia vix liquescere incipiunt, alia liquescunt perfecte.

OBSERVATIO III.

11. Corpus quodcumque ignitum alteri non ignita sup-

(a) Boerh. l. cit. p. 18.
(b) Nollet to. 4. lect. 14.

suppositum, appositum, vel superpositum, ignem illis, seu calorem communicat: & tantumdem ei communicat, quantum de suo amittit. Hæc caloris, & ignis communicatio eatenus continuatur, quoad æqualem utrumque corpus ignem habeat, aut calorem: dummodo sint ejusdem caloris capacia. Neque ullum est discrimen, vel solida solidis, fluida fluidis, vel fluida solidis, aut vice versa applicentur corpora.

PROPOSITIO I.

12. *Ignis neque est spiritus, neque medium aliquod inter spiritum, & corpus; sed est materia, seu verum corpus.*

Hic est communis omnium fere hominum sensus, contra paucorum opinamentum. In igne scilicet corporis attributa deprehendimus: agit in corpora, ea penetrat, dividit, rarefacit, agitat, in liquorem redigit: corporibus igitur resistit (*a*): est igitur materia: si enim esset spiritus, nullam in corporibus resistentiam offenderet; sed cum iis intime penetraretur; neque in corpora ageret: eatenus scilicet agitur in corpora, quatenus ea resistunt (*b*). Deinde motum etiam in igne deprehendimus, impetum, vires, modumque agendi aliis corporibus communem. Spatium prætereà occupat ignis, corporaque alia ab ejus loco expellit: a corporum superficie reflectit: ut videre est in speculis causticis. Hæc enim vero omnia sunt corporis proprietates: quæ nequaquam conveniunt spiritibus.

13. Unde tamen est quod ignis a nullo corpore impeditur, aut detinetur, quominus in omnem sese diffundat locum, in omnia ingrediatur corpora? id spiritus tantummodo, non corporibus competere potest. Resp. Id solum probare maximam ignis subtilitatem, qua fit, ut possit penetrare per omnium corporum poros.

14. Radius tamen ignis, seu lucis, inquies, in superficiem reflectentem recta illapsus per eamdem viam re-

(a) *t. 1. Ph. Gen.*
(b) *tom. 1. Phys. Gen. l. 7.*

regeritur: ergo secum ipso penetratur: ac proinde corpus, seu materia. Resp. Nullo experimento nos edoceri, radium ignis reflexum, semitam physice, aut Geometrice eamdem relegere: id unum liquido constat, radium sensiblem, qui ex innumeris radiis minutioribus constat, per eamdem sensibilem viam regeri: quocum bene stat, minutissimum quemque radium juxta se, non per se, ab obstaculo retroire. Respondeo tamen 2. actionem, & radium luminis, prout lumen est, per eamdem lineam reflecti, & regredi ab obice in luminosum, si sit perpendicularis ad superficiem reflectentem: quia scilicet lumen, ut infra dicemus, in vibrationibus, & oscillationibus materiæ æthereæ, seu subtilis consistit: hæ autem oscillationes per eamdem lineam ire, & redire possunt: ad modum oscillationis chordæ, aut penduli; sed de hoc inferius erit dicendi locus.

PROPOSITIO II.

15. *Ignis primigenius seu proprie dictus, hoc est, primitiva materialis caussa effectuum ignis non consistit in insensibili, & intestino insensibilium particularum motu; sed est aliquid ab hujusmodi motu diversum.*

Ignis naturâ obscurissimum Physicæ arcanum est: candelæ flammam, accensumque, & inflammatum carbonem vulgo nuncupamus ignem: sed si, ut philosophos decet, exacte loquendum sit, flamma, aut ignitus carbo, vulgaris quidem, sed non primigenius, & *elementaris* vocari debet ignis: hic enim non flamma, aut accensum, ignitumve corpus, sed flammæ, accensionis, ignitique corporis caussa. Aliquod enim vero est physicum flammæ, accensionisque principium, unde hæc, hoc est, veri physici effectus, proveniant. De eo igitur principio, quod elementarem, & purum ignem appellamus; probatur propositio. Si ignis in præfato motu consistit; sensim semper imminueretur, & numquam augeretur, dum ab aliis corporibus in alia communicatur: aliaque aliis apposita incenduntur. Quo enim pluribus corporibus eadem motus quantitas communicatur, eo plus languescit, & tardior evadit motus: languesceret igitur ignis, hoc est, motus per communicationem.

16. Flammam quamcumque si penitus consideres;

 quam-

quamdam in illa tantum animadvertis motus quantitatem, & materiam. Hæc enim vero in se ipsa augere nequit motum, aut sui motus esse caussa. Motus etiam se ipsum non intendit. 2 Quin imo parva aliquando scintilla integra depascitur, & consumit nemora, si arbori semel applicetur: in immensum igitur augescit ignis, seu motus: immensam autem hanc ignium, seu motuum vim a parvo, qui in scintilla erat, motu differre necesse est: ignis igitur non consistit in puro sensibilium particularum motu.

17. Non nego, insensibiles corporum particulas eo motu agitatas, vulgarem ignem esse, aut efficere: id unum contendo, hujusce motuum causam, principium, & fontem non esse earumdemmet, aut similium particularum motum. Etenim jam habemus ex phænomenis, quod ignis non sit spiritus: superest igitur, ut sit materia, aut modus materiæ; hoc est, vel aliqua materiæ species primitiva, simplex, & per naturam suam ab omnibus aliis corporibus diversa; vel potius minutissimarum cujuscumque materiæ particularum motus. In omnibus corporibus ignitis, ignescentibus, calescentibus vividos, & intensissimos sæpe, ac rapidissimos motus animadvertimus, ut in incendiis, in pulvere pyrio inflammato, & mille aliis passim. Priusquam pulvis pyrius, sylva, aut quodcumque aliud corpus accendatur; nullum in iis sensibilem motum animadvertimus, nullumque Ignis indicium rudibus saltem sensibus observamus: accenso igne tota sylva, aut pulveris pyrii massa ardet, inflammatur, ignescit; vehementissimos percipimus in eorum corporum particulis motus, atque effectus: &, si sensibus judicemus, materia, quæ antea erat lignum, pulvis pyrius &c. modo apparet purissimus ignis.

18. Hæc omnia plane constant. Quid ergo est harum rerum, ignium, seu phænomenorum caussa? Quid est ignis? ipsiusne pulveris pyrii, lignorum, aut aliorum quorumcumque corporum particulæ motu intestino vehementi agitatæ? an potius alia materia ab his, & cæteris corporibus distincta? Si primum; Ignis non est peculiare corpus, seu materia, sed peculiaris status, & motus materiæ: quæ tamen erit in hac hypothesi vehementissimorum illorum motuum causa, quos in prædictis casibus observamus? Si secun-

cundum; illa materia vocabitur ignis *Elementaris*, & puriſſimus: erit tamen illa ubique æqualiter diffuſa, fluida, elaſtica, gravis? Rurſus eritne materia illa ſemper in motu, an potius quieſcit, & motum ſolumodo excitat, & producit, cum accenditur Ignis, & incipit inflammatio? Si illud primum ſtatuamus; materiam ſubtilem Carteſianam reapſe admittere videmur. Si ſecundum, iterum redit inſuperabilis difficultas: quæ ſit prodigioſi illius motus, & virium cauſa, quibus flamma omnia diſrumpit? Præterea in decantatam ſphæram Ignis *Ariſtotelis* poſt tot in Phyſica progreſſus, & exſibilatum ubique Ariſtotelem incidere, & probare iterum videmur. Quid enim! ſi fluidam, & ſubtilem materiam æthercam ubique ſparſam appellemus, atque ſtatuamus *Elementarem* ignem, ut quamplurimis hujuſce temporis Philoſophis placet; ex alia vero parte ultra aerem potiſſimum illa materia diſtendatur, ut inter plurimos etiam Phyſicos communiter ſtatuitur; nil ſupereſt jam, neque deſideratur ad ſphæram ignis iterum agnoſcendum.

19. In quamcumque partem convertamur, in difficultates incidimus inſuperabiles, & maxime obſcuras. Ego quidem perſpectis phænomenis, & effectibus Ignis, atque perpenſis inſuper, quæ nos in præſenti argumento premunt, difficultatibus, ita mihi ſtatuo: duplicem eſſe ignem; *Elementarem* primum, puriſſimum, & alterius cauſſam; ſecundum vero *mixtum*, *vulgarem*, & prioris effectum, atque phænomenon. Primus, mihi eſt peculiare Elementum, ſeu materia ab omnibus aliis elementis, & mixtis corporibus diſtincta: perinde ut de Aqua, Aere, Terra communiter ſtatuitur: illum dico vulgaris ignis cauſſam; quia ab illo dependent prodigioſi inflammatorum corporum motus, & effectus. Hæc igitur materia, ſeu Elementum, ut ſit, & nuncupetur Ignis, ab ullo motu, aut peculiari illius partium ſtatu non dependet, ut de aere, & aqua dicimus. Unde vel ejus particulæ quieſcant, vel motu quocumque moveantur, ſunt *Elementaris Ignis*. Hæc materia mihi eſt fluidum ubique diffuſum, actionibus luminis efficiendis, atque tranſmittendis proprium. Hanc tamen, & alias illius proprietates in ſequentibus exponam.

20. Ignis ille primigenius, & Elementaris, cum vires suas exerit, & alia corpora vehementer calefacit, & inflammat, corporum ipsorum, quæ depascit, particulas vehementissime concitando, & intestino, atque rapidissimo motu movendo; flammam, carbones accensos, & alia hujusmodi efficit, quæ nos Ignem vulgo appellamus, seu vulgarem ignem. Atque hic quidem est verus effectus, & phænomenon ignis, non caussa. Flamma igitur, & reliqua corpora ardentia, hoc est, corpora inflammata, aut ardentia; eorumque partes intestino, & rapido motu concitatæ sunt Ignis *Mixtus*, atque *Sensibilis*. Hic igitur Ignis non est peculiaris materia, & corpus; sed peculiaris motus particularum cujuscumque corporis: consistit igitur in motu: hujusmodi motus ab Igne Elementari dependet. Quam hic exposui de Igne *Elementari*, & *Sensibili* Ideam, deinceps dicenda confirmabunt.

21. Interim vero duos hosce existere Ignes inter se distinctos, inde suaderi potest; quia radii solares in lentis vitreæ utrimque convexæ, seu speculi caustici concavi foco congregati sunt vehementissimus Ignis *Elementaris*: nullus tamen illic est Ignis *Sensibilis*, quamdiu focus est in vacuo Boyleano, aut nullum corpus comburendo aptum in radiorum unione, seu foco ponitur. Hoc præterea igne mixto deficiente, nulli, saltem apud nos in tellure edantur ex iis prodigiosis effectibus, quos jam indicavimus, & quotidiana demonstrat experientia.

PROPOSITIO III.

22. *Ignis elementaris, simplex, & purus non sunt heterogeneæ diversorum corporum particulæ intestino, & multiplici inter se motu agitatæ: sed peculiaris quædam substantia Elementaris simplex ab aliis corporibus distincta.*

Hæc est plurimorum Physicorum, maxime *experimentalium*, contra *Cartesium*, & Cartesianos communior modo sententia. Prima pars: Si ignis in perenni, & perturbato particularum motu consisteret; augeri non posset ignis, nisi augeatur & motus: cum igitur parva aliquando scintilla, aptum nacta pabulum, magnum pariat incendium; magnus etiam exci-

citatur motus: a qua autem causa hujusmodi motus augmentum provenit? Ille enim vero motus ex se ipso, ut jam dixi, non augeretur; cum certa motus quantitas se ipsam augere non possit, aut majorem motum producere: ignis igitur lignum depascens eadem semper quantitate existeret: neque major pabuli massa, seu corpus ardere insimul, & conflagrare posset.

23. Secundo: Extincto Igne, seu motu, cum alius de novo incenditur, hoc est, intestinus, & perturbatus particularum motus efficitur, præsens esse debet novi hujusce effectus, seu motus causa: in hac tamen, quam evertimus, sententia aut nulla, aut arbitraria tantum inducitur.

Tertio: Intestinus particularum motus potius est effectus, quam natura ignis: hujusmodi enim motus ab impellente aliqua materia proveniret: eam autem materiam potius, quam productum ab ea motum, ignem appellamus.

24. Secunda pars sequitur ex prima, & facile ostenditur ab indicato jam argumento, aut observatione circa speculi focum.

Qui secundum Cartesium philosophantur, sequentibus ducuntur rationibus. Intelligi aut existere nullo pacto potest ignis, quin existat etiam intestinus, & perturbatus particularum motus, & vicissim: sublato autem motu, extinguitur ignis: illius igitur natura in incalescentis corporis particularum motu consistit. Resp. Ex argumento solummodo colligitur, intestinum particularum motum esse primarium, seu naturalem ignis elementaris effectum: seu potius argumentum solummodo verum est de igne vulgari, & mixto, quem sine intestino illo motu esse non posse, aut in illo etiam motu partim saltem consistere fatemur.

25. 2. Ignis, inquiunt, est proculdubio substantia, seu res sensibilis, quæ scilicet sensu percipitur: sensibile vero a sensu, seu anima percipitur, ut voluptas, & dolor: voluptas autem, & dolor ab anima quidem percipiuntur, non tamen existunt in corporibus extra animam: sed potius objecta externa diverso modo organa sensuum afficiendo, & movendo, anima ipsa ex lege commercii ita afficitur, ut aliqua quidem objecta voluptate, dolore alia persentiscat:

ſcat: cum igitur anima ignem dolens ſolummodo, aut gaudens ſentiat; præterea vero factam modificationem percipiat tantummodo; dicendum videtur, aliud non eſſe ignem ab ea modificatione, qua afficitur organum ſenſus. Ea autem modificatio eſt proculdubio motus. Ignis igitur in perturbato, & inteſtino particularum motu conſiſtit. Hoc argumento utitur *Des-Cartes*, ut calorem in particularum motu ſitum eſſe evincat: illud hoc loco expoſuimus, quia, ut ſtatim patebit, eamdem in calore, atque igne naturam agnoſcimus. Reſp. Argumentum plurima continet vera: parum tamen aut nihil ad rem facientia. Nemo jam inficiatur, aliud eſſe qualitatem v. gr. calorem, ſonum, colores &c. in anima, aliud extra animam: inteſtinum etiam particularum corporis humani motum calorem eſſe, & caloris ſenſum in nobis efficere agnoſcimus: ſed præter illum motum, in quo *Ignem mixtum*, & calorem conſtituimus, alium eſſe elementarem Ignem in natura, ſatis evincunt adductæ ſuperius rationes.

26. Tertium eorum argumentum eſt: Plurima ſunt heterogenea corpuſcula, & diverſorum corporum particulæ, quæ licet ſeorſim ab aliis nullum habeant motum, ſi tamen ſecum ipſis intime permiſceantur, fermentantur, inteſtinum, & vehementem acquirunt motum, caleſcunt, æſtuant, & fervent: quin imo parvum identidem fermentum ingentem maſſam, quacum commiſcetur, ad motum concitat: & ex parvo illo fermento magnus ſenſim efficitur fervor, quin illa ad id externa conquiratur cauſa. Reſp. In omni fermentatione, & diverſi generis particularum immixtione, ex qua ignis aliquando excitetur, aut ſenſibilis calor, inteſtini hujuſce motus, & ignis cauſam extrinſecus eſſe petendam; nihilque proinde allatis exemplis conficitur: neque enim motus ex ſe ipſo augetur: neque materia a parvo ad magnum motum, velut ex ſe ipſa, tranſit.

PROPOSITIO IV.

27. *Ignis eſt materia quædam ſimplex, hoc eſt, ſubſtantia ſui generis; ab omni alio corpore diſtincta, & per ſeſe fluidiſſima.*

Prima pars ſatis ex ſuperioribus conſequitur: Ignis pri-

primigenius, seu proprie dictus non est motus, sed materia. Cum vero hæc proprietates habeat, & producat effectus (*n.* 6.) a cæterarum omnium materialium substantiarum effectibus diversos; ex hac vero effectuum diversitate, atque oppositione parem inferamus in caussis distinctionem; necessaria inde consequentia est, ignem elementarem sui generis esse substantiam. Ita sane fit, ut *ignis*, *terra*, *aer*, *aqua*, quæ tria postrema tot sunt peculiares in natura substantiæ, quatuor sint rerum materialium elementa, & inter se, & ab omnibus aliis corporibus diversa.

28. Secunda pars: Materia ignis liquiditatem in aliis corporibus efficit, & conservat, ut in superioribus adstruimus; quamdiu enim plurimo igne, aqua, metalla &c. interius agitantur, fluorem retinent: igne abeunte, gelascunt, aut concrescunt: hoc autem fieri nequit, quin ipsa materia ignis sit etiam fluida. Materiam ignis esse subtilissimam, per omnium corporum poros penetrare, penetrando autem alias ab aliis partes separare, rumpere, in motum concitare: notissimi sunt hujus elementi effectus, partim jam superius demonstrati, partim statim exponendi. Hæc vero ab illa substantia peragi, quæ non sit fluidissima, & rationi, & liquiditatis notioni opponitur.

29. Quandoquidem igitur ignis elementaris motus intestini in corporibus, eorumque liquiditatis caussa est; duo etiam hæc, quorum in aliis semper est caussa, in se semper habebit, dum non fuerit ab aliis corporibus impeditus. Purus idcirco ignis semper est fluidus, & motu perenniter agitatus.

30. Opponi hic posset. Experientia edocemur, & inferius probabimus, igneas particulas per media alia corpora intromissas, eorumque sinubus, ramosis partibus, & angulis implexas subsidere, motum amittere, & in massam cum aliis corporum particulis concrescere: ergo etiam secum ipsis adeo implicari possunt, cæterorum corporum instar, ut motu penitus amisso, secumque ipsis catenatæ, & catenatione unitæ, concrescant; liquiditatemque suam eo pacto amittant. Resp. Intra corpora ob varias quiescentium partium conformationes, figuram, & texturam particulæ igneæ detinentur; sibi tamen ipsis permissæ, cum motum omnes affectent, & habeant, ne-

neque figura ad mutuam catenationem apta sint prædita; a motu nunquam cohibentur.

31. Perinde igitur ac superius de aere, ita & modo philosophamur de igne. Utrumque hoc corpus per totam terrestrium corporum complexionem latissime extenditur, præcipuæque sunt naturæ, & materialium rerum systematis partes, atque fundamentum. In utroque purum ab impuro distinguimus elementum. Quantum a puro aere differt atmosphæra! quænam eti m distantia est inter aerem in duplici illo statu existentem, fluidissimum, maxime elasticum, & aerem intra corpora, eorumque sinus intimos latentem, non amplius fluidum, neque elasticum! Parem in igno animadverto statuum gradationem. Ignis purus, flamma, seu corpora inflammata, aut accensa, duo illi sunt status ignis prioribus aeris statibus respondentes. Est præterea ignis intra omnium corporum partes, & substantiam latens, dispersus: illic vero sine motu, & liquiditate destitutus inter componentia corporum elementa, perinde ut aer, consistit. Omnia hæc ex sequentibus confirmabuntur.

32. Opponi potest 2. in contrariam partem. Ignis per motum communicari videtur: ergo non consistit in aliqua materia simplici ab aliis distincta, sed potius in heterogeneis plurimorum corporum particulis, motu perturbato, & intestino quaquaversum concitatis. Resp. Licet per motum communicetur ignis; In prædicto tamen motu non consistit, sed in simplicis materiæ particulis, quarum quidem actio, & effectus non, nisi per motum perturbatum, & intestinum exeritur.

33. Ergo ex tradita explicatione, inquis, ignis in sua ratione necessario complectitur motum, neque sine motu intelligitur, in eoque proinde consistet. Resp. Ignem in materia simplici, ejus actionem in motu consistere. Igitur, pergis, vehementissimus ignis vehementissimum etiam motum secum defert. Concedo: At, reponis, quæ in magno aliquo incendio a parva aliquando scintilla orto incredibilis fere motus causa? In eamdem enim difficultatem recidimus, quam superius declinare studebamus, *crescentis scilicet ignis, seu motus caussam invenire*.

34. Resp. Hanc difficultatem, quæ maxima est, & ignis

ignis propagationem, & augmentum spectat, si non penitus felicius, quam quis alius, explicavit *Euler*, qui præmium, ejus rei explicandæ gratia propositum anno 1738. adeptus est. Ad illius igitur mentem suppono (& affirmant *Malebranche*, *Lemery*, *Boerhave*), minimas etiam materiæ ignis particulas virtute sese expandendi esse præditas, aliasque ab aliis sese explicare, & separare adniti. Si, inquit, in canistro constituas centum globulos vitreos, aere plenos, & ex vitro adeo tenui confectos, ut inclusi aeris elasticitati vix possit resistere; leviterque unum ex prædictis globulis percutias, eoque pacto interni aeris elaterium adjuves; non is solum, quem percussisti, disrumpetur globulus, sed reliqui etiam a primo mediis aliis percussi, hoc est, omnes disrumpentur.

35. Eo igitur pacto pulveris pyrii grana, velut totidem canistri, innumeras fere igneas particulas continentes, spectari possunt: hujusmodi igitur igneæ particulæ, relata virtute præditæ, quamprimum granorum aliquod externa aliqua percussione, puta, scintillæ impetu, diffringatur, alia omnia disrumpunt: inclususque in omnibus ignis, in magnam flammam erumpit. Igneæ particulæ in granorum poris delitescunt: indubium est enim, omnia corpora innumeris fere poris esse pertusa: in iis igitur granorum, & omnium quorumcumque corporum poris latens ignis, exigua etiam vi excitatus, datæ illius virtutis, vel si mavis, elaterii beneficio, magno impetu seu motu concepto, in magnum incendium erumpere potest. Particulæ enim primi grani percussi, & disrupti, præfati grani poros egressuræ aperiunt, eodemque concepto impetu in circumstantium granorum poros ingrediuntur; latentem in iis ignem excitant, commovent, secum trahunt, auctoque agmine, & viribus alia grana, fulguris instar, impetunt, perfringunt, disrumpunt.

36. Scintilla scilicet in primum granum impingens, illud comprimit, & rumpit: vel per illius poros a se apertos ingrediens, vim ignis internam, cui adjungitur, auget: vis aucta granum, rupto æquilibrio, diffringit: diffracto, rumpuntur etiam alia. Eo autem facilior erit inflammatio, quo major ignis copia in fragilibus contineatur granorum superficiebus. Ignis eo pacto excitatus omnem materiam æque

cito,

cito, aut inæqualiter consumit, attenta scilicet ignis copia, continentis corporis resistentia, & mille aliis, quæ in hujusmodi negotio attendi debent.

Primo enim si continentis corporis partes, hoc est, pororum parietes sint validiores; majori percussione opus est. Secundo: Si continentes cellulæ sint inæqualiter resistentes; non eodem tempore totum corpus, sed paulatim, & consequenter inflammatur. Aliquando etiam aliquæ supersunt partes igni impervíæ, quæ majori percussioni, & validiori igni cederent.

PROPOSITIO V.

37. *Particulæ ignis elementaris sunt omnium terrestrium corporum, quæ novimus, particularum subtilissimæ: omnes etiam soliditate, & duritie superant.*

Corpora enim omnia, quæ ignem intra se continent, eum ab ingressu non cohibent, sed igneæ ipsæ partes hac illac egrediuntur, erumpunt, & circumquaque disperguntur: omnia igitur corpora intime ab igne penetrantur, adeo ut vel minimos eorum porulos ignis pervadat.

2. Omnia corpora igni applicata rarescunt, dilatantur, calefiunt: eorum quamplurima liquescunt, atque in subtilissimas particulas dividuntur: hoc autem eatenus fit, quatenus igneæ particulæ vel angustissimos reliquorum corporum poros pervadunt, eorum parietes hinc inde concutiunt, agitant, in reconditissimos penetrant sinus, alias ab aliis partibus convellunt, separant, movent, easque in liquorem redigunt: ad hoc autem mira partium subtilitate, quæ cætera corpora superet, opus est. 3 Aer, aqua, spiritus, & liquores reliqui vasis continentur: solus ignis a nullo continetur.

38. Secunda pars & sequitur ex prima & iisdem rationibus evincitur. Partes enim, ut alibi probavimus, eo duriores sunt, quo minorem habent magnitudinem; cum ulteriori divisioni magis, & fortius inde resistant. Circa particularum ignis figuram non est cur immoremur: cum eam divinando potius, quam Physicis rationibus utendo dignoscere possit philosophus.

PRO-

PROPOSITIO VI.

39. *Materia ignis est ubique, & circumquaque diffusa.*

Subtilissima, atque mobilissima ignis materia non modo est corporum, & materialis hujusce terrestris systematis elementum, sed veluti naturæ anima, & primum materiale *mobile*; cum ab eo corpora cætera excitentur, in motu ponantur, eoque deficiente, conceptus antea motus paulatim languescat, & cesset tandem: motus autem est veluti naturæ anima, & omnium phænomenorum, atque materialium effectuum ratio, & veluti clavis. Omnia fiunt motu: eum si tolleret Deus, aut sublatum parumper concipiamus, tum vero in mortuum cadaver redigeretur natura. Ad utrumque illud munus, *elementi* scilicet rerum, & universalis terrestrium corporum *mobilis*, quod ulterius adhuc, & luculentius ex dicendis probabitur, diffusio illa opus erat in propositione afferra.

40. Sed experimenta ipsa rem demonstrant. Thermometrum (aptissimum metiendo igni instrumentum) ubique terrarum suas patitur variationes, ascendente modo, descendente postea Mercurio: ubique igitur materia ignis, earum varietatum causa, reperitur. 2. Lapides duo, vel duplex chalybs se se mutuo percutiendo, ignem ex se emittunt, aut erumpere,& scintillare permittunt,ubicumque terrarum lapides efficiantur, aut parentur chalybes: idem in pluribus aliis corporibus deprehenditur. 3. Omnia corpora, ubivis terrarum fiat periculum, materia electrica donantur: materia autem electrica idem esse videtur, ac materia ignis.

41. 4. Nullum omnino corpus est, quod omni calore sit destitutum, aut, si agitetur, fricetur, moveatur, calorem non concipiat: est vero calor ipsissima ignis materia. Ex communi omnium hominum observatione, & re tibi familiari argumentum desume. Sæpissime fit hyberno frigidissimo tempore, cum omnia sunt gelu, & nive obducta, nosque ipsi intensissimo frigore rigemus, ut supra glaciem, & nivem, sub durissimo aere ad deambulandum egrediamur. Procedente sensim motu, potissimum vero si concitato

to progredimur gressu, membrorum rigor lentescit, explicantur paulatim musculi, remittit frigoris sensus, gratus incipit calor, ad teporem, ad sudorem copiosum, ad æstum vividis per totum corpus punctionibus molestus gradatim fit in nobis transitus. Unde novus ille in nobis calor intensissimus, qui si paululum intenderetur, sensibilem produceret ignem, verusque est moderatus ignis? A nivene, a gelu, ab aere? Ignis in corpore nostro distributus latens, motu excitatus, miram illam effectuum, & sensuum vicissitudinem peragit. Ab uno disce alia.

41. Inde vero inferes, & aerem, quem respiramus, & aquam, qua ad usualem potum utimur, & terram, cui insistimus, corpora omnia, quibus circumcingimur, imo & nosmetipsos, imo & vacuum in omni tempore, & loco esse plurimo igne imbibita. Neque aliquod inde timendum nobis est periculum; cum & ab assuetis nihil patiamur, & secundum eam corporum dispositionem, & naturam a Deo simus comparati.

42. Ergo etiam intra glaciem ignis materia delitescit, & in summo frigore ignis reperitur? Rem plane incredibilem? Ita enim vero est, respondeo: illic etiam est ignis materia, non tamen summum frigus; neque ulla incredibilitas: nisi loquamur vulgo. Etenim intra glaciem constitutum thermometrum suas illic patitur variationes, neque idcirco gelascit: adde glaciem admixto sale frigidiorem evadere, ut facto periculo edidicit *Nollet* (a) glacies præterea solvitur, vapores ex se emittit: duo præsentis caloris characteres. Licet autem Ignis intra omnia corpora delitescat, cum illis velut intime penetratus, seu potius imbibitus; sepissime tamen nullum edit effectum corporibus nostris sensibilem: illius quippe actio ab excitatione dependet.

COROLLARIUM.

43. *Materia igitur ignis elementaris naturali vi sese diffundendi, & ad æquilibrium per corpora distribuendi*

(a) *Lecons de Phys. l. XII. to. 4.*

di prædita est: ejusque naturalis indolis ratione sese diffundere affectat, cum in corporibus excitatur.

Ignis enim vero quocumque in corpore excitatus in motu positus, mixtumque idcirco ignem, flammam, aut accensum carbonem efficiens, circumquaque violentissime agit, in circumstantia quæque involat, & proripitur corpora. Eam proculdubio vim in materia electrica luculenter ostendunt experimenta inferius adducenda: omnesque admittunt philosophi. Utraque autem materia, aut idem plane existit elementum, aut hac saltem proprietate conveniunt. Ipsamet ignis per omnia corpora diffusio, & constans semper existentia vim illam innatam probat. Nisi indole sua eum statum affectaret ignis, & in hujusmodi adniteretur diffusionem; passim fieret, ut in quamplurimis corporibus nullus existeret.

44. In igne tamen duo semper distinguendi status, agendi, & consistendi: vel excitatus agit, fluidusque adfluorem pariter, & motum cætera corpora adducit; vel intra universa corpora dispersus latet, & sine actione consistit, excitando semper aptus. In utroque illo statu vim illam innatam servat: in secundo intra corporum carceres detentus, eorumque partibus irretitus ab actione impeditur. In primo vero e rimulis explicatus, aut una secum deferens vincula, agit, indolem suam exerit, sese circumquaque diffundens.

45. Ex innata illa indole sese per corpora proxima distribuit sæpe ignis: nonnumquam etiam diffusio actione solum, & excitatione peragitur: ut plurimum & actione & materia dispergitur. Primum, & tertium facile per se se intelliguntur. Secundum vero fiet, cum, id quod sæpe accidit, ignis corpora calefacit, latentem in iis ignem excitando, non aliunde introducendo.

46. In incendiis, immo, & quibuscumque corporum inflammationibus, quæ sunt exigua incendia, explicatur potius, quam augeatur ut plurimum ignis. Discrimen idcirco inter duo, accensum, & non accensum ejusdem speciei corpora est, quod in primo agit & liber est ignis, sine libertate & actione in secundo. Parem hyeme, atque æstate habemus intra nos ignem: igne citra actionem existente referri primo illo tempore rigemus: ab ejus actione æstuamus in

secundo. Ad solem etiam calescimus, non quod illud astrum a 33. leucarum millionibus in nos displodat materiam cælestem; sed quod existentem in nobis ignem excitat.

PROPOSITIO VII.

47. *Materia ignis neque ubique est æqualiter diffusa, neque in singulis corporibus pari copia invenitur; neque ab omnibus æqualit.r, & eadem tenacitate retinetur.*

Hæc omnia observando edifcimus. Corpora alia aliis facilius calent, ignescunt, inflammantur: alio etiam tempore, & loco idemmet corpus non æque cito inflammatur: non leve diversæ in iis materiæ igneæ indicium. 2. In ignem aliqua penitus, vel fere tota rediguntur: inflammari alia nequidem possunt.

48. 3. Parem ignem esse sub Zona torrida, atque sub polis ipsis; vel etiam hic apud nos noctu, atque interdiu, hyeme, atque æstate, non facile sibi homines persuadebunt. 4. Non omnia corpora sunt æque porosa: non eadem igitur in singulis Ignis massa latere, & existere potest. 5. Corpora etiam alia præ aliis Ignem, seu calorem diutissime retinent, prehendunt, & imbibitum servant: alia facillime patiuntur abire: priora igitur plus ignis intra se habebunt, quam secunda. 6. In eadem etiam loci, & aeris temperie alia stomacho nocent, quia calida habentur; alia vero ob oppositam rationem innocua probantur: hoc tamen ultimum ex alio etiam capite posse repeti, non diffiteor. 7. In eodem etiam loco non æqualiter a singulis corporibus calefimus, vel ea sint densitate dissimilia, vel etiam similia: plerumque tamen observamus, quod si ferrum v. g. & lignum ad solem calescentia contrectemus; longe majorem in ferro, quam in ligno calorem experiamur. Tandem cum ignis elementaris, & electricus sint plane eadem substantia: hanc vero postremam inæqualiter per diversa corpora distribui constet; idem pariter de igne statuendum. Hæc & alia, quæ afferri facile possent, non levia mihi sunt, ad æqualem Ignis circumquaque diffusionem negandam argumenta. Verum *Hermanus Boerhave*, & ex illo *Muschembrock*, Ignem sese

sese per diversissima corpora in magno aliquo spatio existentia æqualiter distribui contendunt.

49. Ex sequenti experimento rem deducunt. Thermometrum in eodem loco, & tempore, si seorsim, & consequenter intromittatur in plura corpora, puta aquam, oleum, aquam vitæ, ad eamdem in singulis altitudinem subsidet, aut elevatur: eamdem igitur in singulis Ignis actionem patitur, & vim: ubique igitur, seu in omnibus corporibus pari quantitate diffunditur Ignis. Neque alio de capite sunt corpora alia aliis calidiora, nisi quia in aliis, puta, in aqua igneæ particulæ arctius irretiuntur, & detinentur, ut difficilius agere possint; dum interea qui in sulphure v. g. latet ignis, laxioribus vinculis comprehensus, facilius ab iis sese exsolvit, corpusque inde efficit inflammationi aptius. En argumentum, quo utitur *Boerhave*.

50. Imprimis hujus argumenti pondus adversarios etiam urget: si & in aqua, & in spiritu vini, aut oleo par latet ignis: nec aliud intervenit discrimen, nisi quia arctius in primo, liberius in secundo continetur; parem ignem paribus viribus ad sese explicandum adniti opus est: quare igitur latens in oleo ignis non majoribus viribus in olei particularum nexum, debilius scilicet repagulum, agit, oleum magis calefacit, & immissum thermometrum altius elevat?

51. Respondeo: Admisso experimento, deductam inde consequentiam nego: imprimis enim ut experimentum recte capiatur, ipso fatente *Muschembroek*, debent corpora ad observationem adhibita neque a sole, neque ab Igne, neque ab hominibus calescere, & sibi ipsis per aliquot horas permitti: unde si locus vel actione solis, vel excitati Ignis, vel adstantium hominum, aut brutorum animantium respiratione foveatur, & calescat, inæqualis in corporibus deprehenditur Ignis, seu calor: id autem nobis maxime favet; ab ipso enim experimento constat, calorem, & ignem solarem, terrestrem, animalem inæqualiter per corpora distribui: Hoc unum igitur ab experimento illo in quibusdam tantum corporibus, & circumstantiis facto ad summum infertur, idque præterea valde incertum, exiguum illum, & moderatum calorem (qualem fore opus est, qui neque a sole,

le, neque ab Igne terrestri, neque ab animantibus foveatur) intra certos debilis intensitatis terminos per adhibita in experimento corpora æque distribui: quod non negamus. Ab hujusmodi experimento statui non potest regula aliqua generalis.

PROPOSITIO VIII. PROBLEMA.

52. *Estne Ignis in Terra, aut prope Terram existens corpus grave, ut cætera omnia corpora, atque Elementa?*

Hactenus de Igne elementari loquuti sumus: quæ modo tamen, vel deinceps exponemus, de Elementari, & mixto intelligi, aut quæri possunt. Ut nullus igitur æquivocationi sit locus; certum mihi est, Ignem mixtum, hoc est, flammam cujuscumque corporis esse corpus grave. Flamma enim & quicumque alii Ignes mixti nihil sunt aliud, quam eorumdemmet corporum, quæ inflammantur, & ardent, heterogeneæ particulæ multiplici motu hinc inde agitatæ: cum autem omnia corpora terrestria sint gravia; eorum particulæ etiam tum, cum inflammantur, hoc est, intestinis, & pernicissimis motibus agitantur, propriam servant indolem, & gravitatem.

53. Ignis vero Elementaris, ut jam diximus, in subtilissimo fluido, aut materia ætherea, prorsus invisibili consistit, ex qua, velut a propria causa, proveniunt accensio, inflammatio, & similia. De hoc ergo subtilissimo, & Elementari corpore fluido quæritur, habeat nec ne gravitatem, qua aliorum terrestrium corporum instar versus telluris centrum ponderet. Veteres Physici de Igne generatim disputantes omnem illi gravitatem negabant: quare *flammam* & quemcumque alium Ignem nulla gravitate præditum esse existimarunt. Recentiores aliqui, inter quos potissimum locum tenet *Boberave*, de Igne Elementari loquentes, illum esse corpus grave inficiantur: affirmat major Physicorum recentiorum numerus: ii præcipue, qui universalis gravitatis systema amplectuntur. Res mihi videtur satis dubia. Primo tamen duplicem distinguamus casum. Vel loquimur de fluido subtilissimo diffuso extra telluris, & aliorum planetarum atmosphæras, vel de fluido intra tellurem, & in illius atmosphæra existente: in primo nihil video,

deo, unde illi versus Tellurem vindicetur gravitas : nulla experimenta, nulla ratio vim hujusmodi immenso illi, & subtilissimo fluido inesse evincunt, ut fuse in loco exposuimus: quare nullam in fluido æthere extra Planetarum, aut siderum atmosphæras existente gravitatem agnosco.

54. De Igne Elementari, seu fluido subtilissimo in Tellure, & intra terrestria corpora existente loquitur *Boherave*, atque alii, qui gravitatem in illo inficiantur, aut admittunt. Qui gravitatem in Igne Elementari adstruunt, eam plurimis experimentis probant, quæ *Boyle*, *Homberg*, *Lemery*, aliique instituerunt, atque in Regiæ academiæ actis referuntur (*a*). Iis enim constat, corpora, dum calefiunt, ignescunt, inflammantur, seu ignem recipiunt, fieri graviora; ac proinde Ignem gravitatem corporum augere, eamque in se ipso qualitatem habere. En præcipua experimenta, quæ rem videntur conficere.

55. Periculo sæpius facto a *Lemery*, *Homberg*, & aliis, plurima sunt corpora, quæ postquam igniuntur, majus acquirunt pondus: nam 4. zinci libræ in calcem ope ignis terrestris redactæ, 3 libras, & 14 uncias purioris calcis; duas deinde uncias, & duas drachmas crassioris, unam tandem terræ unciam reliquerunt: quælibet igitur uncia 2 drachmarum cum dimidia pondus accepit (*b*). Hæc in apertis vasis observata sunt: in clausis tamen vasculis vitreis id etiam constat. Etenim rasura stanni duas uncias, & duas drachmas gravis, sulphuris accensi ope in calcem redacta, granorum 4 cum dimidio pondus acquirit: 4. Solares etiam radii, purissimus scilicet Ignis, corporum pondera augent: libra enim antimonii periculo facto a *Du Clos*, in fictili, & vitreato recipiente contecta, insimulque in speculi caustici foco per horam existens, & in cinerem conversa, decimam ponderis partem acquisivit (*c*). Parco aliis

(a) *Hist. Acad.* 1709, *& aliis etiam in locis*. *Boyle de ponderabilitate flammæ*.
(b) *Vide Musch. Elem. c.* 26.
(c) *Mem. Acad.* 1705. *p.* 94.

quæ videri possunt apud *Muschembroek* (a), & *Boyle* (b).

56. Verum hæc experimenta licet prima facie rem probare videantur, si recte perpendantur, nihil omnino conficiunt. Etenim iis, quæ vel in aperto aere, vel in vasis fictilibus instituuntur, ipse etiam *Muschembroek*, eorumque authores diffidunt: cum facile aucti ponderis differentia, vel undequaque ab aere libero, vel per fictilium vasorum poros, vel ex suppositi Ignis, hoc est, flammæ, & ardentium corporum particulis repeti possit. Illud igitur unum superest experimentum, in quo radii solares, seu purissimus Ignis corporum pondus augere videtur. Verum si aucti ponderis differentia radiis solaribus referatur; eæ enascuntur consequentiæ, quæ admitti omnino nequeunt, aut componi cum phænomenis. Demus enim radios solares per aerem trajectos, in speculo reflexos, per vitrum recipientis transmissos, & per horam in corpus allabentes decimam libræ partem efficere, hoc est, pondus unius unciæ cum dimidia in se habere. Radios per impurissimum, & profundum atmosphæræ corpus trajicientes dimidiam saltem suarum virium partem amittere, facile admittet Physicus. In reflexione etiam in speculo, in transitu per vitrum magnopere debilitari non negabitur. Ponamus speculum habere diametrum unius pedis: ergo radii per spatium unius pedis supra atmosphæram intra horam transeuntes 6 fere uncias graves erunt, hoc est, pondus habebunt quadruplum unius unciæ cum dimidia: ergo lux transiens 24 horis, seu diebus singulis, 9 librarum pondus habet: ergo tempore annuo, hoc est, horis 8760 transibunt 78840 libræ lucis. Quod si hoc pacto in calculum redigantur horæ a mundi origine ad præsentem diem per 6 fere annorum millia elapsæ, & numerus spatiorum, seu superficierum pedalium, quæ superficiem magni orbis solaris, seu Terræ componunt, & per quarum singulas in annos singulos 78840 luminis libræ a sole pernicissime transeunt, & in regiones ne-scio

(a) *Locis cit.*
(b) *De Ponder. flammæ.*

ſcio quas, ac mundi confinia avolant; evidenter deducemus, ſolem jam fore diſſipatum. Sed hoc argumentum inferius promovebimus.

57. Indicatum idcirco ponderis augmentum, ſi quod fuit, vel ab ipſius fictilis vaſis ſubſtantia derivabat, vel e corporum terreſtrium circumſtantibus particulis ſubtiliſſimis per vaſis poros paulatim tranſductis. Cinerem etiam a vaſe extractum, exſiccatum, & bibulum nihil ponderis ab humido aere contraxiſſe, nolim eſſe auctor.

Facile igitur conſtat, nequaquam ab experimentis probari Elementaris Ignis per Terram diffuſi gravitatem: ſtareque proinde *Boerhavii*, & aliorum Recentiorum ſententia videtur: præcipue ſi ſequentia experimenta, & rationes attendamus.

58. Eadem maſſa ferrea modo frigida, poſtea candens, bilanci appenſa, idem in utroque caſu habet pondus: ut experimento ſæpius repetito didicit *Boerhaave* (a): ergo materia ignis candenti ferro adhærens illius gravitatem non auget, ac proinde ignis nullum habet pondus. Hoc experimentum non levem continet difficultatem: verum, Reſpondent, ex inſtrumentorum, quæ ad pondera exploranda adhibemus, imperfectione oritur, ut minutiſſima ponderum diſcrimina dignoſci nequeant; neque enim fieri hactenus ulla arte potuit, ut bilanx citra ullam axis reſiſtentiam circa ipſum convolveretur, ut jam ſupra monuimus: cum igitur ſuperadditum candenti ferro pondus ſit valde exiguum; bilancis æquilibrium tollere nequit.

59. Attamen, reponitur, & lateres, & antimonium, de quibus ſupra, adhibito igne ſenſibile ponderis augmentum acquirunt, adeo ut inſtrumentis poſſit dignoſci: idem igitur candenti ferro accideret; cum tamen non accidat, nullam in Igne gravitatem eſſe, concludere inde poſſumus. Huic argumento reſpondent 1. Alia eſſe corpora, quibus præ aliis materia ignis copioſius, diutius, & tenacius inhæret: hujuſmodi videntur eſſe antimonium, lateres, & cætera in experimento adducta. Verum hæc reſponſio quam-

(a) *Vide Nollet To. 4. 2. p. 162.*

quamdam principii petitionem videtur continere. Quare eidem argumento respondent. 2. Ignem in candentis ferri poros intromissum, cum externo igne, qui circumstantia corpora pervadit, & ubique est diffusus, esse in æquilibrio: ferri igitur pondus non auget: ad eum modum, quo spongia intra aquam immersa proprium solummodo suarum partium habet pondus; dum interim universa, qua perfunditur aqua cum externa, cui innatat spongia, habet æquilibrium.

60. Verum, pergo, neque hæc responsio argumento facit satis. Idem enim evenire debet in antimonio, lateribus &c. ponderis igitur augmentum in iis deprehensum ab igne non provenit. Respond. ignem in candenti ferro inclusum, illiusque poros maxime aperientem, cum externo igne liberrime communicare; ferri proinde pondus non augere: at copiosa ignis materia in antimonii in calcem, & pulverem redacti sinubus ita latet, ut cum externo igne amplius non communicet: illius igitur pondus auget; æquilibrium enim cum externo igne amisit. Verum potiori jure Ignis in cineribus delitescens per innumeros poros; & canales, quibus cineres, & calx sunt undequaque perforata, cum externo igne liberrime communicat, & servat æquilibrium. Deinde ad servandum fluidorum æquilibrium sufficit etiam angusta per exiguos canales communicatio, ut est ex Hydrostatica certum. Ex his patet, stare adhuc argumentum a relato experimento deductum. 2. Si materia Ignis est gravis; ea corpora inflammata, quæ æqualem habent, aut habuere Ignem, aut calorem, idem habebunt ponderis incrementum: hoc tamen est falsum.

61. Contra mixti, & impuri Ignis gravitatem opponitur: quod flammæ, ex quocumque corpore exeant, sursum semper ascendunt: ergo nullam habent gravitatem. Resp. Flammæ ascensio effectus semper est externæ prementis caussæ; candela enim intra recipientem non vacuum ardens flammam sursum emittit; aere tamen extracto, in latera dispergitur flamma; recipiente demum evacuato deorsum prolabitur, & brevissime extinguitur candela. Quodsi intra aerem sursum semper ascendit; id majori circumstantis aeris gravitati tribuendum est.

62.

62. Hinc flammæ, & cujuscumque ignis impuri, seu mixti gravitas a nobis asserta confirmatur: etenim flamma, quamprimum a premente aere fit libera, deorsum cadit: si esset ex se corpus leve, sursum semper niteretur, quantumvis a nulla exteriori causa urgeretur: eo modo, quo gravia deorsum semper tendunt.

At, inquis, Ignis sursum semper tendere affectat, ad propriam scilicet sphæram supra aerem constitutam, velut in propriam sedem, & centrum. Resp. centrum Ignis supra aerem ex nullis observationibus, aut ratione probari.

63. Sed, reponis, cum supra terram aqua, supra aquam extet aer, attento scilicet gravitatis discrimine; naturali rerum systemati videtur conforme, supra aerem ipsum extare ignem aere leviorem.

Resp. Arbitrarium hoc elementorum systema nullo experimento, aut ratione inniti; sed purum esse humanæ mentis commentum. Quin imo si naturalia phænomena, experimentaque attendamus; in eorum potius systema concedendum est, qui Ignem in telluris centro constituunt (a).

Attamen, pergis, licet ne ullum quidem Elementaris sphæræ supra aerem existentis vestigium ex oculorum judicio deprehendi possit; perperam inde negaretur rei existentia: licet enim in caustici speculi foco sit verus ignis: quia tamen est purissimus, oculorum aciem fugit: cum igitur defæcatissimus etiam sit Elementaris Ignis, deprehendi non poterit.

Resp. Ignem Elementarem, seu materiam æthercam esse ubique diffusam; ac proinde non habet propriam sibi sedem, ac centrum supra atmosphæram terræ; cum & in Tellure, & in aere, & hinc usque ad fixas diffusa existat. Ignis vero impurus, seu mixtus v. gr. flamma, cum in heterogenearum particularum quorumcumque corporum motu consistat, idem habet gravitatis centrum, atque corpora ipsa, nempe telluris centrum.

CO-

(a) *Vide Castel sur la pesanteur to. 1.*

COROLLARIUM.

64. Ex dictis igitur deducitur 1. Ignem impurum seu mixtum, & visibilem v. gr. flammam quorumcumque corporum terrestrium esse corpus grave. 2. Ignem Elementarem, seu fluidum æthereum extra Tellurem, Planetas, Fixas diffusum nullam versus Terram habere gravitatem; eodemque jure dicendum est, in alia etiam corpora cælestia non ponderare: qui oppositum statuunt, ex posito systemate philosophantur. 3. Ignem etiam Elementarem intra Tellurem, & illius atmosphæram existentem ex nullis observationibus probari gravem: quare probabilius etiam videtur, prædictum Ignem nulla gravitate esse præditum.

LECTIO II.

Plurimi ignis effectus & phænomena ad planiorem illius naturæ explicationem proponuntur, eorumque ratio explicatur.

65. PRimus, ac præcipuus ignis effectus & character, ex quo ipse dignoscitur est, *corpora, in quæ ingreditur, aut calefacit, rarefacere, seu in majus volumen extendere*. Ignis enim mobilissima substantia fluidissima, maxime subtilis, elastica, & se se expandere adnitens, corporum poros ingrediens, parietes hinc inde concutit, rumpit, separat, poros ampliat, corpus distendit.

Hinc dilatantur corpora in ratione ignis ingressi: sed tamen usque ad certam quamdam extensionem. Ingrediens scilicet ignis unica caussa est dilatandi corpora. Ea tamen solummodo extenduntur, quoad eorum pori, quantum possunt, amplientur: majori deductioni intima partium catenatio, & cohærentia resistit: non restituta, si major, quam in natura existat, ignis actio applicaretur.

66. Hinc si aliquod esset corpus nullis foraminibus pertusum, vehementissimo licet igni applicaretur; ab illo non rarescerét, aut in majus cresceret volumen: cum in illius massam pororum defectu non penetraret ignis. Si præterea ejusmodi corporis partes ita

ita sibi invicem adhærescerent, ut eas a se mutuo avellere ignis non posset; non solum deductioni resisteret, sed neque ab igne posset calefieri; omnis enim calor, ut inferius tradam, in perturbato, & intestino, & vibratorio partium motu consistit; cum autem motum non haberent partes illa adhæsione præditæ.

67. Id igitur corpus in ignis alimentum cedere non posset. Nullum tamen in rebus est corpus poris non pertusum. Utrum vero aliqua sint corpora, quæ pabulum ignis esse nequeant, dubium est: affirmat *Boerhave* (a), negat *Nollet* (b). Licet enim inquit, aliqua extent, quæ ignem nutrire non posse videantur; id tamen verum solummodo est relatu ad ignem, quem agnoscimus: cujus vires augeri ita possunt, ut omnia depascant. De eo tamen loquere, ut libuerit; cum ejusmodi quæstio nullis experimentis decidi valeat.

68. Tenaci partium texturæ referendum est, quod carbunculi per quinque dies contra ignem resistant; per 9. adamantes, ut videre est apud P. *Casati* (c).

2. Eidem causæ referenda est Ameristi, celeberrimi lapidis proprietas, quod scilicet in illum ignis vulgaris nullam vim habeat. Ex eo siquidem, P. *Schotto* oculato teste referente (d), confectæ chordæ, & linteola comburuntur numquam; in flammam diutine licet immissa, puriora inde educuntur; unde quod in panno aqua, id in linteis prædicto ex lapide confectis efficit flamma.

69. Est autem amyanthus materia mineralis inter lapides communiter numeratus; ex quamplurimis filis subtilissimis, quasi linum esset, aut sericum filum, secundum longitudinem sibi appositis compositus: quoad colorum varietatem, filorum longitudinem, subtilitatem, & tenacitatem multiplex est amyanthi species: inveniuntur enim coloris subrubei, subflavi, argentei; etiam filorum longitudo in aliqui-

(a) *Chemiæ p. 2.*
(b) *Leçons de Physique to. 5.*
(c) *Casati de Igne Dissert. 5.*
(d) *Magia univers. par. 2. p. 19. par. 4. l. 2. p. 118.*

quibus ad 6. pollices extenditur, atque hujusmodi potissimum sunt, qui albi omnino existunt, & maxime politi, nam hoc etiam colore præditi inveniuntur. Candida hæc amyanthi albi fila & calore, & subtilitate filum sericum referunt. Vulgaris ignis viribus resistit amyanthus; in speculi tamen caustici foco vertitur in vitrum. Cum amyanthi fila & sint satis longa, & flexibilia, & perinde ut linum tractari possint; non solum netur amyantibus, sed telæ ex illo texuntur, quæ igne lavantur, & veluti a perfectissimo lixivio purificantur. Ignis scilicet communis ad lapides in calcem redigendos etiam aptus, & efficax, amyantho parcit, omnes tamen ab illo sordes comburendo separat. Non solum noverant antiqui amyanthum in fila ducere, & nere, verum etiam telas ex illo conficere; quarum aliquas vidit *Plinius* (a), quæ igne, ut diximus, lavabantur, iisque imposita regum corpora concremebantur, ut eorum cineres servarentur puri, & sinceri. Illa veterum scientia hac ætate nostra quantumvis ab aliquibus tentatur, communis tamen, aut vulgaris non est. Rationem qua amyanthus tractari debeat, ut neri possit, atque intexi, tradit *Ciampini*. Plurima passim inveniuntur loca, seu fodinæ ex quibus amyanthus extrahitur: in Siberia, Bavaria, Namur, Thuringia, Alberdeen, in Scotia, in Anglia, Montalbano, in Gallia, Italia, Smyrnæ, in Ægypto.

70. Corpora frigida igni exposita principio quidem lente, celerius, deinde celerrime postea rarefiunt; lentius deinde ad ultimum usque deductionis terminum distenduntur. Ignis scilicet, occlusos offendens poros, modica quantitate primum, copiose deinde ingreditur: sed poris jam admodum ampliatis, eadem fere quantitate erumpit, ac ingreditur; neque magnis adeo in parietes viribus agit: tandem vero intima minutissimarum partium textura, & cohærentia reliquam illam actionis partem infringit, quæ adhuc agit contra pororum parietes. Atque hac quidem in re illud in primis observatur, quod corpora (fluida, aut firma, parum refert) neque æqualiter, ne-

(a) *lib.* 19. *cap.* 1.

neque æque cito eidem calori, aut igni exposita rarescunt; quod ex pororum multiplicitate, magnitudine, discrimine, & varia diversaque cohærentia, firmitate, tenacitate, & textura repetendum est.

71. Duo in contrarium opponi videntur: I. Ferrum in fusorio vasculo igne solutum in minus redigitur volumen, quam dum est frigore concretum.

Resp. Ferrum ignescens intumescit; contrahitur, dum frigescit: sed solutum minori apparet volumine, quam concretum, ob plurimos, & insignes poros vacuos, quos frigescens, & concrescens adquirit, & intra se habet dispersos: dum adhærescentes sibi mutuo partes duræ, & asperæ male sibi, aliæ aliis congruunt; sed in mille potius conformantur insensibiles fornices.

72. II. Aliqua sunt corpora, quæ igne potius contrahuntur, quam amplientur; ejusmodi sunt terra igne, aut calore exsiccata, ligna, frutices, & id genus alia. Resp. Ignis ea corpora rarefacit, alia tamen partium deductione, seu raritate aliam compensat, seu potius eludit: quod ut intelligas, nota, ignem prædictis corporibus applicatum, & ipsa corpora, & humorem in eorum poris rarefacere: humidæ partes per ignem rarefactæ, levioresque aere effectæ, a corpore avolant, magnosque in corporibus hiatus evacuant: in vacua firmæ, & propriæ corporis partes rarefactæ quidem ipsæ relabuntur. Unde fit, ut firmæ, & propriæ corporis partes ampliorem occupent locum, quam antea; integrum tamen corporis volumen diminuatur, ob diminutam massam, quæ rarefacta evolavit: neque magnam hanc materiæ evaporationem raritas partium compensat: licet igitur in minus volumen redigatur; rarefactum tamen est corpus.

COROLLARIA, ET PHÆNOMENA.

73. *Cum igne, aut calore dilatentur corpora, frigore iterum contrahenda; variusque existat, pro varia ignis aut caloris intensitate, raritatis, & contractionis gradus; recte inferes, omnia & singula corpora in telluris superficie posita (ut de his tantum loquamur) nec eumdem, neque æqualem habere contractionis, & raritatis, seu extensionis gradum: sed secundum varias*

rias stationes, noctem, diem, climata, & id genus alia varie semper dilatari, & contrahi. Lippis ac tonsoribus notum est, non eundem modo apud nos, atque apud Indos, noctu, & diu calorem, aut frigus existere. Unde quæ modo apud nos maxima æstate rarescit aqua, aer &c. maxime in australibus regionibus frigore hyberno concretis, condensatur. Idem pariter dictum habe de uno eodemque corpore secum ipso comparato, & in diversis diei horis, aut anni stationibus spectato.

74. *Contra traditum modo Ignis, & tradendum postea caloris criterium, & expositam phænomeni caussam opponi in speciem videtur hydrargirum: cum thermoscopium* A B (fig. 33.) *repente in liquorem valde frigidum immergitur, primo ascendere, cum descendere debuisse videatur, ejus volumen contrahente frigore; postea demum descendit: contra vero, si fluido multum calido immergatur: primum descendit, ascensurum statim, licet a circumstante calore rarefieri debuisset, ac proinde ascendere ad majus in tubo spatium occupandum.*

Sed nihil inde contra superius dicta, & inferius dicenda concludit. Primum accidit, quia frigus priusquam hydrargiro communicetur, vitrum, non hydrargirum contrahit, & condensat: contracto tubo, ascendit hydrargirum: descendit vero illico, ac a frigore densatur. Posterioris ratio est, quia calor etiam prius vitro, quam hydrargiro communicatur: ampliato igitur vitro, descendit liquor antea non rarefactus: calescens deinde hydrargirum rarefit, & ascendit.

II.

75. *Ignis metalla, ut plura alia corpora, vehementer calefaciens, ea solvit, seu fundit, ac in liquorem redigit. Particulæ enim igneæ vehementi motu agitatæ metallorum poros ingressæ, parietes concutiunt, abradunt, dividunt; alias ab aliis avellunt partes, secum hac illac deferunt, vertiginem suam communicant; angulos conterunt, totamque massam agitant, dividunt, perturbate movent: hoc autem pacto in liquorem rediguntur corpora. Plurima tamen sunt corpora, quorum particulæ adeo tenaciter sibi invicem adhærent, ut omnem actionem communis ignis, & vires eludant: ea ab igne fundi nequeunt, licet maxime ignescant: fun-*

funderentur vero, si vehementior adhiberetur ignis. Porro pro varia corporum tenacitate non eadem ad eorum fusionem sufficit, aut requiritur intensitas, ut est observatu facillimum.

III.

76. *Ut non omnia corpora aeque cito, aut aequali calore rarescunt, seu ignem recipiunt, ita neque omnia aeque cito detument, & frigus, statumque pristinum recuperant. Ea citius, caeteris paribus, refrigerantur, quae celerius etiam incaluerunt, aut inflammata fuere. Ampliores aut confertiores, quibus constant, pori, ut ignem facilius admittunt, facilius etiam erumpere sinunt. Deinde alia sunt corpora, quae igneas particulas tenacius implicant, irretiuntque: neque adeo faciles ad evadendum vias permittunt, quam alia. Tandem corpora vehementius calefacta calorem, caeteris paribus, facilius amittunt, quam alia modico tantum igne, aut calore ardentia: cum enim sint magis rarefacta, amplioresque habeant poros; facilius erumpit ignis.*

IV.

77. *Sensibilis, ac impurus ignis in duplici potissimum videtur esse differentia: primus scilicet tenacior, & rarior dicitur flamma; alter magis compactus, carbo accensus. Primus particulas habet tenuiores, magis defaecatas, a se invicem divisas, circa centra propria mobiles, & versus omnes partes vibratas. Hinc partes flammae sunt in continuo motu, perenniter abeunt, & flamma in ictu oculi extingueretur, nisi abeuntium locum, aliae pari fluxionis perennitate particulae succederent. Nutritur enim flamma, quatenus plurimae pabuli partes calefactae, & rarescentes per elychnium ascendunt, perturbatum, & vibratorium motum ab aliis excitatum, ab interno igne elementari accipiunt, in subsequentium similiter partium igne excitaturae, perenni fluxu abeunt in auras. Unde flamma ad singula temporis momenta variatur: cum sit perennis partium fluxus.*

78. *Quod si particulae ignitae, & crassiores ipsae sint, & secum ipsis magis implicatae, ut facile separari nequeant, plurimaeque interim aliae particulae igneae pe-*

nitus solutæ rapidissime hac illac per poros circa ipsas circumducantur; carbo efficitur. Hinc carbones accensi pabulo non indigent, ut per aliquod tempus serventur; & vehementius adurunt, si cætera sint paria. Unde novo semper pabulo indiget flamma, non autem carbo.

79. *Aliqua observantur cuicumque flammæ communia, alia item aliquibus solummodo convenientia. Prioris generis sunt. 1. Quod flamma sursum semper ascendit; id vero nascitur a minori flammæ, quam ambientis aeris gravitate. Et hinc si aeris pressio deficeret; flamma non abiret, aut ascenderet; inflammati igitur corporis partes per aerem dispersæ eo usque ascendunt, quoad aerem ejusdem gravitatis offendant.*

80. 2. *Flamma figuram habet plerumque conicam, basi ad terram, vertice in cælum verso. Hujusce rei causa est circumambientis aeris, per quem ascendit, lateralis pressio, & plurimarum etiam particularum jactura, quam ascendendo patitur. Ex primo capite aeris bullæ e vasorum fundo per aquam ascendentes, figuram etiam habent conicam, seu superius acuminatam, dividendæ scilicet, & penetrandæ aquæ aptiorem; immo, & fere necessariam: minorem enim patitur resistentiam, & prementem aquam paulatim dispellit. Fieri etiam plurimarum flammæ partium jacturam a basi sensim usque ad apicem, res est manifesta ex ipsomet calore, quem e flammæ lateribus sentimus, atque ex vi sese expandendi & motu rapido particularum ascendentium.*

81. 3. *Flamma non eamdem in basi, in medio, & in apice habet intensitatem. Pars calidissima est illa, quæ prope medium maxime candida apparet, & in arcum superius convexum conformatur. Hinc quo candidior fuerit ignis, seu flamma; eo erit etiam calidior, cæteris paribus, ut diversa corpora inflammata observanti perspicuum fiet. In basi partes sunt magis crassæ, & terreæ, minorique celeritate moventur; in apice vero sunt rariores: utroque de capite flammæ intensitas minuitur. Circa flammam fere semper apparet albicans quædam corona, & parva veluti atmosphæra, quæ aliquando habere videtur colorem. Hanc potissimum componunt particulæ humidiores, quas ignis ascendens hac illac emittit, & ejaculatur.*

82. 4. *Dici posse videtur, fumum esse flammæ pabulum: extincta scilicet flamma, copiosus visitur, atque ascen-*

ascendit fumus; cui si flammam iterum applices, eum depascit, neque amplius apparet, quandiu durat flamma.

83. 5. *Flammæ e diversis corporibus, diversoque colore præditis erumpentes, vel diversos etiam habent colores, vel varios ejusdem coloris gradus, qui inflammatorum corporum colores referunt. Propria flammæ figura esset sphærica, aliorum fluidorum instar, nisi aeris pressio illam ad figuram coni determinaret. Nullo etiam pabulo indiget flamma, seu ignis ex sua natura, indiget tamen casu, ratione scilicet loci, & circumambientis fluidi prementis: cujus actione fit, ut materia semper alia post aliam abeat: novaque proinde servando igni seu potius novo semper, & perenniter producendo sit necessaria. Quid tamen de sepulcralibus veterum lampadibus? Aliquæ in antiquis quorumdam Romanorum sepulchris inventæ lampades: quæ reclusa sepulcri camera, liberaque aere recepto, per semihoram circiter arsisse dicuntur. Res ipsa eo aliquos deduxit, ut crederent, parari posse lampadem ad perenniter ardendum novo pabulo non indigentem: idque antiquis Romanis notum fuisse secretum. Acriter pro hac sententia disseruit Licetus* (a), *& alii. Id nos argumentum relinquamus inutilibus otiosorum dissertationibus.*

84. 6. *Si inflammata corpora diversos habeant colores, eamque partium texturam, ut secum ipsis non permisceantur; eorum etiam flammæ non modo diversos habebunt coloris gradus, verum etiam aliæ intra alias ardere videbuntur; quin tamen confundantur: natabitque flamma in flamma ad eum modum, quo olei guttam media in aqua supernatare observamus.*

V.

85. *Corpora fluida magis & facilius quam solida eodem igne rarescunt; cum enim eorum partes sint a se invicem divisæ, & continuum habeant motum, aut maximam ad motum facilitatem; facilius ignem admittunt, ejusque actioni cedunt, quam solida. E fluidis om-*

(a) *apud le Brun. Pratiques superstitieuses, vol. 1. chap. 4.*

omnium maxime, & facillime dilatatur aer: post aerem: 2. loco est spiritus vini: 3. oleum petrolei: 4. oleum terebinthi: 5. oleum napi: 6. acetum distillatum: 7. aqua dulcis: 8. aqua salsa: 9. aqua fortis: 10. oleum vitrioli: 11. spiritus nitri: 12. hydrargirum.

86. *Illud insuper in liquescentibus solidis, metallis praecipue, observatum est, cum ad liquorem reducuntur, vehementissimo igne aut calore adhuc non flagrare; sed cum postea recipere, cum jam soluta ebulliunt. Ut liquescant corpora, satis est, ut crassiores eorum partes a se invicem separentur, & moveantur; vehementiori igitur igne conflagrabunt, cum post fusionem minutissimos etiam poros ignis subeat, & minutissimas particulas ad motum concitet.*

VI.

87. *Corpora ignita, ut plurimum in vacuo Boyleano posita facilius, & brevius ignem amittunt, quam in aere: aliud tamen in ferro visitur. Cum enim nulla sit ad egrediendum exterior resistentia; brevius in vacuo dissipantur igneae particulae. Alia etiam sunt, quae, si ignita corpora circumambiant, ignem & calorem velut retinent, & diutius conservant; alia extrahere, aut saltem non conservare videntur. Primi generis sunt lana, pelles animalium, capilli, & mollia alia corpora: secundi vero aqua, aer, vinum, aut liquores alii. Priora scilicet, utpote minus densa, minorem etiam ignem, aut calorem, seu motum in se recipiunt, quam secunda, quae ob majorem densitatem, & aptiorem partium figurationem copiosiori igni recipiendo, & retinendo sunt aptiora.*

88. *Hinc est, quod flamma quaecumque in recipiente machinae Boyleanae inclusa, quamprimum aer extrahitur, extinguatur. Partes enim flammae dissipantur, neque aliae in earum locum a corpore elevantur; cum aer, qui eas comprimendo elevat, desideretur.* 2. *Flamma hyberno tempore ardentior, quam aestivo deprehenditur; crassior enim circumstans aer hybernus partium dissipationem magis impedit, igneas partes arctius colligit, & collectas retinet, unde vehementior flamma.*

VII.

VII.

89. *Ignis multipliciter producitur: primo flamma ignem producit, subjectum sibi pabulum depascens, quatenus igneas partes in pabulo latentes excitat, solvit, & movet, insimulque continua particularum impulsione adjuncti corporis partes similiter concitat, eo, quem supra diximus, modo. Carceres enim rumpendo elementaris ignis erumpit, & ardenti adjungitur; partes vero corporis mixti concitando, atque motum iis vorticosum, & vibratorium impertiendo, ignis impurus, seu mixtus generatur. 2. Percussione: ea scilicet, qua duo corpora firma, & elastica, ut duæ silices, vel chalybs, & lapis, aut alia hujusmodi sese vehementer ita percutiunt, ut igneas partes intra corpora implicatas excutiant: vel eum communicent motum vibratorium, intestinum, perturbatum, in quo ignis actionem consistere diximus.*

90. 3. *Rasione: duo scilicet corpora dura v. g. duo ligna sicca laurina, hederacea, aut similia alia quam plurima mutuo, & fortiter sese radendo, ignem excitant, scintillas emittunt, ea, quam modo diximus, ratione. Hujusmodi phænomenon in curruum celeriter tractorum axibus observare quisque potest. Ignis etiam in calce viva aquæ aspersione excitatur, & incenditur; dum enim ope ardentissimi ignis lapides in calcem rediguntur; particulæ igneæ per omnes lapidum poros penetrant, eorum nexus rumpunt, novas sibi vias, poros, receptacula parant, ibique delitescunt. Extracta in frigidiorem aerem calce, externoque frigore exterioribus superficiebus condensatis, occlusisque poris, tandiu lates ignis, quoad aspersa aqua poros iterum adaperiat, in cellulas sese insinuet, ruptisque carceribus violenter erumpat elementaris ignis, lapidis partes secum abripiendo ut nativam assequatur libertatem: eoque violento impetu concretum lapidem disrumpit, & vertit in flammas.*

91. Fermentatio communissimus alter est ignem, aut calorem producendi modus, & insimul effectus. Est autem fermentatio, *mutua particularum corporis inter se intestina actio, qua aliqua in corpore ipsa consequitur mutatio.* Præcipua actionis, & consequentium ab illa effectuum causa est ignis elementaris inter

ter fermentantium substantiarum partes latens, & e carceribus paulatim sese explicans. Explicationis conditio, seu ignis excitatio vel ab externo fluido interfluente, vel a mixtione particularum diversorum corporum, aliarumque inter alias insinuatione, vel ab externo etiam excitante calore provenit. Elementarem ignem in omnibus corporibus diffusum existere, inter data ponimus: qua ratione primo, & tertio modo excitetur, facile intellectu est. Mixtione partium, quæ secundus est, & potissimus excitandi modus, ob diversitatem congruentium figurarum, aliæ per alias insinuantur & pervadunt particulæ: reconditiores recluduntur sinus, ruptis, reclusis, aut lentescentibus vinculis, detentæ antea igneæ particulæ ex naturali indole moveri, aliæ alias excitare, & ad motum etiam corporis ipsius substantiam incipiunt. Intenditur inde fermentatione calor: multiplexque consequitur effectus.

92. Fermentationis ita expositæ, atque peractæ triplex potissimum distinguitur species, nomine magis, & circumstantiis, quam re distincta: *vinosa*, *acetosa*, *putrida*: fermentando scilicet purificantur, defæcantur, leviter mutantur corpora, vel acescunt, vel putrescunt. Communis omnium caussa est ignis elementaris: occasio, seu præcedens conditio tria modo relata: quæ ad humorem, calorem, aerem externum, mixtionem reducuntur. Quatuor hæc in putredinem, seu, ut dicitur, putrefactionem corporum præcipuam fermentationis speciem, maxime influunt: ex iisque capitibus putrescunt ut plurimum corpora. Tria idcirco opposita frigus, siccitas, exclusio externi aeris corpora conservant a putredine immunia: quibus addi debent sales omnes, alkali, acidi, neutri. Iis enim vero corporum partes magis catenantur, magis detinetur ignis, impeditur calor, seu motus intestinus, omnis fermentationis caussa. Humore mollescunt, & solvuntur partes, ignis vincula: siccitate firmantur. Frigore impeditur motus, intenduntur vincula: opposita omnia agit calor. Exclusa aere, excluditur etiam illius humor, infinitique vapores ab illo in corpus sese insinuantes: subtilium etiam partium, seu spirituum, saliumque exhalatio impeditur, quibus abeuntibus, in caput fere mortuum paulatim reducitur corpus.

93.

93. Hinc igitur putrefactio facile in hunc modum definitur *intestinus partium corporis motus, quo earum unio solvitur, compositio, corporis calor, odor, sapor mutantur*. Hac fermentandi ratione conservatur potissimum natura, & tota rerum vicissitudo: licetque videatur esse malum, reapse tamen est totius naturæ bonum. Omnia fere putrescunt, & solvuntur, ut in nova vertantur: illam parumper a natura cogitando tolle; tota rerum vicissitudo sublata esset.

VIII.

94. *Id vero est animadversione dignum, corpus scilicet in vacuo nulla hactenus arte incendi, ac inflammari potuisse licet specula caustica in id rei adhiberentur, corporaque ad inflammandum facillima, ut pulvis pyrius, eorum foco intra vacuum disponerentur. Deficiente scilicet aere, qui corpus comprimat, ejus partes retineat, & dissipari non permittat, non elevantur particulæ; & siquæ elevantur, pondere statim relabuntur & hinc inde dispergentur. Aer igitur excitando, servandoque igni necessarius est: si a loco, ubi ardet candela, subtrahas aerem; extinguitur candela: is scilicet a flamma repulsus, minusque inde subjectum flammæ ellychnium premens, olei particulas divisas, calefactas, & calore jam rarefactas premit; particulæ pressæ sursum per ellychnium, quasi per tubulorum capillarium fasciculum elevantur, & in pereuntis flammæ locum succedunt: ad hujusmodi igitur elevationem necessarius est aer.*

95. *Neque satis est aeris præsentia; illum præterea esse liberum, aut subinde renovari opus est. Ad candelam 3. fere unciarum ponderis in singula temporis minuta 4. fere pinta (mensura gallica) novi aeris requiruntur: parem scilicet, atque homo respiratione eodem tempore absumit. Aliqua nihilominus est communi illi observationi exceptio. Urinæ phosphorus, spiritus nitri, minium in vacuo etiam conflagrant.*

IX.

96. *Multiplex etiam est ignem extinguendi modus: 1. pabuli defectu: 2. aeris extractione, ut supra diximus:*

mus: 3. aquæ, aut alterius liquoris comburendo non apti aspersione: 4. violenta, & nimia aeris pressione: 5. per ventum violenter afflantem. Primus, & secundus extinguendi modus captu faciles sunt. Aqua aspersa ignem extinguit, quia per apertos inflammati corporis poros libere ingrediens igneas particulas in motu jam positas in sese recipit, ab iisque rarefacta, & in fumum, vaporesque versa, easdem secum defert, & dissipat per aerem. Eadem de caussa ulterior ignis excitatio, & motus impeditur in corpore aqua asperso. Attamen si ignis sit admodum vehemens; aquæ aspersione fit ardentior. Cum enim totum ignem intra se imbibere nequeat, & secum avolando deferre; ipsa potius in vaporem illico versa, maximaque elasticitate concepta, violenta hinc inde displosione motum intestinum vehementius intendit, novasque particulas excitat. Hinc fabri ferrarii ardentes carbones aqua aspergunt, ut vehementius ardeant.

97. *Illam aquæ efficaciam, seu virtutem ita intellige, ut ea quidem in maximam corporum partem agat, non in omnia. Aliqua in natura sunt composita, quæ aqua non penetrat, imo refugit. Hujusmodi sunt quædam corpora oleosa, adipalia, resinosa. Hisce igitur accensis materiis extinguendis apta non est aqua. Nullus idcirco mirari debet, si corpora aliquando intra aquam ardere videat. Hujus generis erat illa materiarum compositio, ignis græcus nuncupata, & olim in re militari celebris. Facile crediderim multiplicem fuisse illius componendi modum. Ignis græcus communior secundum Simienovvits (a) erat materia quædam, cujus duæ partes erant sulphur, una pars pulvis pyrius, dimidium partis axungia quædam Cambouis gallis dicta.*

98. *Nimia, & violenta aeris pressione mutua ignearum particularum divisio, seu potius separatio ad motum necessaria impeditur: non data autem sese movendi libertate, nullus est ignis. Ventus tandem afflans pabuli particulas alendo igni necessarias, & jam aptas dispellit, & secum defert; unde pabuli defectu extinguitur. Si tamen ignis vehementer ardeat; idque habeat pabulum, cujus partes non facile removeri possint; ven-*

(a) *Traité de l' artillerie.*

vento afflante magis incenditur, & violentius ardet: fortius enim & magis rapide moventur igneæ partes. Hinc si afflante vento fiant incendia; majori cum difficultate, & periculo extinguuntur.

99. *Ventus igitur est validissimum ignis incitamentum: unde folles a fabris ferrariis, & ab aliis adhibentur, languentes prunæ exsufflantur, ventusque incendiis periculosus. Alia etiam fluida nimium agitata, etsi sint parum densa, ignem intensius excitant, & augent: id visitur in æolipila* A (fig. 10.) *vitreo scilicet piro, interius vacuo, & e capaci alvo* A *in gracile, & longum collum* B *desinente. Aqua intra æolipilam præ calore in vaporem versa, per gracile, & angustissimum collum in frigidam aquam immissum rapide egrediens, aquam calefacit; & fervere cogit.*

100. *Quod de salamandris tradiderunt veteres, eas scilicet in ignem conjectas, illicque diutissime positas, omnem illius efficaciam eludere, eique resistere ab omni periculo immunes, falsum prorsus est: licet enim aliquantulum resistant; tandem cremantur, & in ignis pabulum cedunt* (*a*). *Id unum, inquit* Stenon, (*b*), *auctore* Corvini *teste oculato, certum est, salamandram medio in igne duas horas citra periculum stetisse; quodam enim, quem ex sese ejiciebat, humore circumpositos carbones accensos extinguebat; iterumque subinde accensos iterum extinguebat.*

X.

101. ***Ignis vasis aquam aut aliòs liquores continentibus suppositus, seu aliter applicatus fervorem in iis excitat. Hoc autem ex triplici capite: primo particulæ igneæ mobilissimæ vasi poros ingrediuntur, in liquorem sese insinuant; inferioresque illius partes sursum propellunt, dum in earum locum superiores, magis condensatæ proprio pondere relabantur, ut simili ratione ascendant. 2. Igneæ liquorum particulæ inferiores igne rarescentes, & leviores inde factæ, sursum ascendunt, alias inferius detrudunt. 3. Id ipsum ex parte, ali-***

(a) *Schotto Phys. cur. papt. 2. p. 70.*
(b) *Journal des sçavans 1669. 25. Aprilis.*

aliquando saltem, efficiunt aereæ particulæ, quibus omnia fluida sunt referta, atque penetrata.

102. *Observatione dignum est: 1. aliqua esse metalla, quæ, licet fundantur, numquam tamen fervent: quod peculiari partium texturæ referendum est; non tamen gravitati; cum mercurius iis gravior ferveat. 2. Metalla, & alia liquescentia corpora non majorem tum habere calorem, cum ab igne funduntur, sed quando fervent. Ignis scilicet, qui ad eorum fusionem sufficit, fervori satis non est: ad primum sensibiliores corporis partes dissolvere, & perturbate movere sufficit; ad secundum minutiores etiam particulas dividere, & violentius movere opus est.*

XI.

103. *Supra diximus, terrestres ignes, flammas, carbones esse inter se viribus, intensione inæquales: quo de capite aliquæ flammæ corpora, aptum alias igni alendo pabulum, non depascunt, aut accendunt; cum agentes vires debeant esse proportionales resistentiæ. Et hinc neque paleæ accensæ, neque spiritus vini ligna ut plurimum incendunt: candela inversa extinguitur: viride etiam lignum debilem ignem extinguit. Addendum modo, nullum terrestrem ignem, quantumvis ardentissimum, summam habere intensionem. Longissime enim distat illius efficacia, ab ea, quam habent radii solares a speculo caustico collecti.*

104. *Ope speculi caustici grandioris est affabre politi, quale est illud Villeti, quodcumque metallum, aut semimetallum brevissime funditur, in calcem, aut vitrum vertitur. Corpora omnia combustionis capacia in ictu oculi inflammantur: saxa omnia marmor, jaspis, arena, silices liquescunt, & vitrificantur. Quin imo ipse asbestus in vitrum vertitur in foco. Jaspis, silices, arena, lateres vulgares, argilla, pumex, ossa animalium, & alia plurima ejusdem, aut diversi generis posita in foco illico solvuntur, atque in vitrum convertuntur: frustum columnæ Pompejanæ Alexandrinæ intra 50. min. secunda fit vitrum. Calculus humanus 2" in calcem, inde in vitrum cito redigitur, & postea liquescit: generatim vero nullum est corpus, quod in foco non fundatur, & in cineres aut vitra non convertatur, ut data opera, & plurimis experimentis obser-*

servarunt Desaguliers, Tschirnausen, Homberg, Harsoeker, Geoffroy, Muschembroek, & alii. *Illud prorsus mirabile in hujusmodi speculorum foco, radios scilicet, qui sibi invicem occurrentes, & in foco intersecantes intolerabilem illic calorem, & ignem illico efficiunt, in exigua a foco distantia, puta 4. digitorum versus speculum, si manu omnes excipiantur, modicum tantummodo calorem in ea efficere: occursus igitur, & mutua radiorum impulsio immensam illam virium intensitatem, quæ notas naturæ leges multum excedit, efficere videtur.*

LECTIO III.

De Calore.

DEFINITIO.

105. Caloris nomine id significamus, ex quo in nobis oritur peculiaris ille sensus, quem experimur, cum dicimus, *calore æstuo*. Frigoris item nomine eam rem, qualiscumque illa sit, intelligimus, qua peculiaris in corpora nostra affectio, & inde in anima sensus efficitur, quamque peculiari vocabulo, *frigesco*, significamus. In prædicto animi sensu, & mentis idea positam esse frigoris, & caloris naturam, affirmavit *Cartesius* cum discipulorum plurimis: quorum judicio calor, & frigus nihil essent in rebus, nisi homines, & animalia existerent, qui eas in se affectiones experirentur.

106. Distinguenda tamen est grata, aut molesta illa animæ perceptio, seu sensus ab externa illa materiali caussa, a cujus actione illi in nobis oriuntur sensus. Eam vero causam, quæcumque illa sit, calorem, aut frigus appellamus; ne de vocabulo instituatur quæstio, seu potius *calorem extra animam:* caloris vero sensum nuncupabimus *calorem intra animam*.

OBSERVATIO.

107. *Idemmet corpus, aqua v. g. tepida eodem tempore est calida, & frigida relatu ad diversos homines, imo & respectu ejusdem. Dextram manum intra nivem,*

vem, & sinistram intra aquam calidam aliquantisper detentas, & simul eductas in eandem aquam tepidam immitte: dextra quidem calidam, frigidam sinistra deprehendes. Similiter, qui e culina, & interiori camera ab externo aere libera in aliud conclave, quoad aer hyberno, aut nocturno tempore permeat, egreditur, frigidum in dicto conclavi aerem experitur: calidum autem, qui rediens ab agro sese in domum recipit. Ita in mille aliis.

COROLLARIUM.

108. Calor igitur, & frigus externa sunt res relativæ: cum a præsenti animantium temperamento, & statu pendeat, ut calidum, aut frigidum vocetur corpus. Sic Lusitanum clima, & aerem indigenis hyberno tempore frigidum, Germanus homo, aut alius arctico polo vicinior, durissimo gelu, & rigidæ stationi assuetus, calidum pronunciabit, & experietur. In apposito de aqua tepida exemplo, id corpus reputatur, & est calidum respectu dexteræ; quia minorem, atque illa, habet calorem: frigidum respectu sinistræ; quia minori, quam illa, calore præditum est. Fortasse nullum est in terra corpus omni calore, aut frigore destitutum: sed de hoc iterum postea. Circa calorem tria, vel etiam quatuor distinguenda potissimum existimo: calor in anima, seu caloris sensus; calor in corpore animato; calor in corporibus quibuscumque, quin ulla in iis consideretur relatio ad animam. De hoc igitur primum loquamur.

PROPOSITIO IX.

109. *Eadem est materia, & natura caloris, atque ignis: consequenter igitur ad ea, quæ hactenus de igne diximus, consistit calor vel in Elementaribus igneis particulis; vel in vibratorio, atque intestino insensibilium, & heterogenearum particularum corporum motu.*

Est dicere, calor est ignis moderatus, & in gradu valde remisso; ignis est intensissimus calor: ab intensissimo enim igne ad remissum usque & vix sensibilem innumeri pene intercedunt intensionis gradus, quorum discrimen in majori, minorique particula-

rum

rum numero, magnitudine, velocitate consistit: omnia autem hæc a certo, & mediocri ad summum usque intensionis gradum ignem constituunt: infra eum gradum sunt, & nuncupantur calor.

110. Ignis cuicumque pabulo applicatus calorem prius, deinde ignem in eo producit, seu prius calefacit, postea inflammat: cum igitur ignis vel in perturbato insensibilium particularum motu, vel in materia quadam simplici tenuissima, & versus omnes partes mobili consistat; nihilque aliud efficere possit, nisi similem pabuli particulis motum communicare, vel latentem intra ipsius partes ignem, simplicem scilicet materiam excitare, & se ipsum circumquaque diffundere; consequens est, ut caloris etiam natura in prædicto insensibilium particularum motu, vel in simplici illa materia, seu elementari igne consistat.

111. 2. Iidem pene sunt ignis, & caloris effectus, idem character & criterium: corpora uterque calefacit, dividit, fundit, dilatat: eorum partes a se invicem singuli avellunt, dissipant, elevant &c. nec aliud inter eos effectus intercedit discrimen, nisi quod sensibiliores sunt in igne, quam in calore: utriusque igitur eadem est natura.

112. 3. Ignis sese per circumposita corpora diffundendo, & debilitando fit calor: calor etiam sese vehementissime augens fit ignis, ut pluribus passim exemplis constat. Ignis igitur est intensus calor, calor debilitatus ignis.

113. 4. Ignis est omnium terrestrium corporum calidissimus: est autem per suammet naturam calidus: perperam enim, & prorsus ridicule alius opus esset calor, ut calidus esset ignis: calor igitur ignis est ipsemet ignis, at ejusdem prorsus sunt naturæ, & rationis ignis, ac cæterorum corporum calores, ut nemo ibit inficias.

COROLLARIUM I.

114. *Duplex igitur distingui potest calor, ut de igne statuimus: elementaris, & sensibilis*: primus in exilissimis illis corpusculis solidissimis, maxime mobilibus consistit, in quibus elementarem ignem consistere supra diximus. Secundus in explicato hactenus insensibi-

sibilium particularum motu, in quo, si vehemens sit, sensibilem ignem statuimus. Potest vero corpus primo esse praeditum, quin habeat secundum: potest item habere secundum, licet primum, aut copiosum in se se non habeat, aut admodum catenatum servet. Primum visitur in aqua vitae, seu spiritu vini in gelu verso, ut fit in regionibus maxime septentrionalibus: in iis enim ita concretis copiosae igneae particulae latent, citra ullum tamen motum, cum sint mutua partium catenatione, & plexibus impeditae: estque id corpus calidum quidem natura, seu temperamento: sensu tamen frigidum. Secundum in Asbesto v. gr. cinere, aut aliis ejusmodi corporibus, quae ignem illum primitivum aut in se parum continent, aut in illius alimentum cedere non possunt. Primum dicitur, & est corpus *calidum*: secundum vero *calefactum*: quod si utrumque habeat calorem, ut vinum v. gr. liquidum aut tepidum; & *calidum*, & *calefactum* appellatur.

COROLLARIUM II.

115. *Eodem modo efficitur, excitatur, augetur, intenditur, diminuitur, & extinguitur calor; atque ignis, servato tantummodo intensionis discrimine:* Eorum enim eadem est natura, idem agendi, & se se diffundendi modus. Haec tamen moveri posset difficultas: si ita res haberet; omnia terrestria corpora essent alimentum, & pabulum ignis: sicut omnia caloris sunt alimentum; seu ignescerent omnia, sicut omnia calefiunt; hoc tamen est falsum.

Resp. Illud primum est inter calorem, & ignem discrimen: ut corpora calescant, id unum sufficit, plurimas particulas, vel ad ipsa corpora spectantes, vel intra eorum poros latentes intestino, perturbato, & vibratorio motu moveri: id autem in omnibus corporibus obtinet. At ut corpora incendantur, & sint ignis pabulum, ulterius requiritur, ut laxatis omnium, aut fere omnium sensibilium corporis particularum nexibus, ipsae ab se invicem solutae praedicto modo rapidissime moveantur: hoc autem non in omnibus corporibus efficere potest ignis, ob tenacissimum particularum in quibusdam corporibus nexum.

116. Notabilis pariter alia ignis proprietas, se se nimirum circumquaque diffundendi, & ad æquilibrium componendi nisus, calori etiam convenit. Rationem hic physicam, a medicis imprimis præ oculis habendam, attingimus, qua nostras sæpe alii aliis communicamus ægritudines, & nonnumquam etiam mutua existimus remedia. Frigidi jam sanguinis sene una & vivido puero, aut juvene eodem lecto accumbentibus; ex suo semper amittit secundus, lucratur primus. Maligna febri, aut simili alio malo æstuet eorum alter: intensior ille calor sese ad æquilibrium diffundere adnitens in adstans temperatioris sanguinis corpus penetrabit, unaque secum particulas, præsentis mali semina, adducit; sani hominis sanguinem infectura. Ab uno disce alia.

117. Cum in animantibus, quoad vivunt, conservetur semper calor: ab eoque pendeat eorum vita; eum perenniter excitari, & foveri opus est. Excitatur autem, conservatur, augescit in animantibus calor his potissimum rationibus. 1. Fluidorum fermentationibus in corpore factis. Fluidorum nomine hic etiam intelligo masticatos jam cibos, & in spissum pulmentum redactos. 2. Collisionibus, atque frictionibus fluidorum in fluida, aut solida, solidorum in solida. 3. Resolutione, & dissolutione alimentorum. Omnia enim alimenta plurimum ignis continent: eorum igitur resolutione in minimas partes, ruptisque carceribus, latens ignis libertatem adeptus, sese & ciborum partes hinc inde movet, & agit.

COROLLARIUM III.

118. *Calor non est qualitas in sensu Peripatetico: sed est substantia materialis, corpus impenetrabile, aut substantiæ modus, & affectio.* Si enim est idem cum igne, manifeste liquet, ejus naturam in aliquo substantiali consistere. Ipsorum etiam Peripateticorum sententia nullus est calor sine perturbato intestino, & vibratorio insensibilium particularum motu; cum igitur præter ejusmodi motum ab omnibus admissum, ejusque motus principium, seu elementarem ignem ad caloris effectus, & naturam explicandam aliud non sit necessarium; perperam qualitatem distinctam adstruere ulterius conantur.

119.

119. Contra hucusque dicta opponi in speciem videntur sequentia. I. Si calor consisteret in perturbato, vibratorio, & intestino minimarum particularum motu; omne fere corpus fluidum esset calidum: licet enim liquiditas prædicto in motu non consistat, magna tamen fluidorum pars eum habent insensibilium particularum motum. Argumentum Cartesianis solummodo objici potest, qui corporum liquiditatem ab intestino particularum motu non distinguunt.

Resp. igitur, ea fluida, quorum partes minimæ, & insensibiles prædicta ratione agitantur, esse proculdubio calida vero in sese, aut etiam relativo calore. Hic enim, ut jam diximus, est qualitas ad alia corpora, & potissimum ad sensum, & animum relativa. Motûs intestinus vibratorius partium insensibilium est calor: Sed quo minor est motus, minus calidum est corpus; imo frigidum relatu ad aliud magis calidum, seu cujus insensibiles particulæ prædicto motu magis moventur.

120. Quoties igitur manus, aut cujuslibet alterius organi, seu membri sanguis, spiritus vitales, & animales velocius motu intestino moveantur, quam ii liquores, quos manus ipsa tangit; relatu ad manum sunt ii liquores frigidi, seu minus calidi, manus calorem imminuunt: & manus seu anima ope manus liquorem frigidum esse sentit. Quod si manus alia e gelu, aut media e nive educta in eundem liquorem introducatur; sensibilem in eo calorem experietur: hujusmodi igitur liquores verum habent calorem: nec, nisi relatu ad calidiora corpora, reputantur frigidi. Equidem pisces, pluraque alia animantia intra aquam fluidam, etsi illa nobis frigidissima videatur, genialiter vivunt: vivere autem non possent, nisi plurimus ejusmodi in mediis esset calor ad animalium vitam necessarius.

121. Adde, ipsam nivem, gelu frigidissimum, &, ut verbo dicam, omnia corpora, in quibus experimenta instituere licet, aliquem semper habere calorem: ab iis siquidem plurimi semper vapores erumpunt; cum & voluminis, & ponderis aliquid semper amittant, eodem manente frigore (a). Deinde sub ip-

(a) *Mariotte de calido, & frigido p. 16.*

ipsas etiam aquas; & intra nivem arbores crescunt; quod sine calore fieri nequit. Erumpere autem, nisi rarefacti: & rarefieri, nisi per calorem, non possunt vapores: cum id primus sit ignis, & caloris character. Praeterea intra quaecumque corpora fluida aut firma constituatur thermometrum; suas illic variationes patitur: indubium latentis caloris indicium. At, inquis, si haec vera sunt, incredibile est, marinos fluctus vehementissime non calescere; continue enim, & vehementissime in se invicem, & in rupes impacti, violentissime moventur.

Resp. Calorem nequaquam in magna hac ingentium massarum mutua irruptione, concussione, & motu, sed in intestino solum, & perturbato insensibilium particularum consistere: potest autem stare primum, quin existat secundum.

122. II. Eadem & ignis, & caloris, & lucis materia est: calor igitur nequit esse perturbatus, & intestinus particularum motus. Natura enim, & actio lucis in vibrationibus, & impulsionibus rectilineis consistit, juxta inferius dicenda; eadem autem materia nequit intestino perturbatoque moveri motu, insimulque rectilineis impulsionibus agitari. Nego hoc ultimum: eadem quippe materia plurimis simul motibus morem gerere potest: equidem in omnium sententia aqua vehementer fervens magno, & perturbatissimo particularum motu cietur: id tamen non prohibet, quominus aeris columnae supra aquae superficiem impendentes, in partes fundi, quibus respondent, directe premant; haec autem pressio, actio atque impulsio per easdem aquae particulas perturbato, & intestino motu agitatas transfertur, ipsaeque in fundum directe premuntur, & impelluntur: particulae igitur perturbato, & intestino motui obsequentes rectilineis directionibus non repugnant.

123. III Plurimae sunt fermentationes aliquorum liquorum permixtione factae, in quibus notabilis est, & intestinus minimarum particularum fervor, seu perturbatus motus; & tamen sunt frigidae: cum immissum in eas thermometrum descendat, & plerumque enormiter; ergo calor non consistit in perturbato intestino insensibilium particularum motu. Rem probant experimenta. Si dimidiae unciae semunciae salis volatilis urinae tres uncias aceti distillati affundas;

das; fervor oritur adeo frigidus, ut thermoscopii intra eam mixturam immissi liquor a 44. ad 33. gradum descenderit. 2. Tribus olei vitrioli drachmis uncia salis volatilis urinæ infundatur, & permisceatur; in effervescentem permixtum liquorem immisso thermometro, a 60. ad 44. gradum deprimitur liquor (*a*). Plurima alia similia prætermitto, quæ videri possunt apud *Guglielminum* (*b*), in actis academiæ Regiæ ad annum 1700. & in aliis passim.

124. Resp. Adductas in argumentum fermentationes, earum fervorem, & indicatos thermometri effectus admitto: illas tamen non esse reapse calidas, nego. Rem evolvamus. Sunt quidem plurimæ fermentationes calidæ; eæ nimirum, in quibus oleosi liquores, aut spiritus potissimum habent locum; hæ autem, & calidæ in se sunt, & sensibiles etiam caloris effectus producunt. Aliæ tamen sunt, seu potius dicuntur frigidæ, eæ scilicet, in quibus sales copiosius, quam reliquæ materiæ existunt. Omnes tamen hujusmodi fermentationes sunt in se ipsis calidæ, & majorem, vel minorem habent calorem, licet in thermometris eosdem, atque frigus, effectus producant; quod explicandæ jam caussæ referendum est. Frigidas, quæ dicuntur, fermentationes suum habere calorem, & esse in re calidas, inde manifeste probatur, quod plurimus, copiosissimus, & calidissimus ex iis erumpat fumus, ut insigni experimento deprehendit *Muschembroek*; duo enim thermometra adhibuit, quorum primum intra liquorum effervescentium mixtionem, secundum intra erumpentem ex ea fumum collocavit: hocque notabile discrimen animadvertit, quod prioris liquor 12. gradus descenderet: per 10. vero in secundo thermometro ascenderet. Mixtio ex duabus solummodo salis ammoniaci, & tribus olei vitrioli drachmis constabat.

125. Calidæ igitur sunt fermentationes adductæ: nihilominus thermometri liquor refrigeratur, & descendit; quia salinæ particulæ volatiles, & subtilissimæ

(a) *Vide Musch. Comment. in exper. Acad. de Cimento par. 2. p. 150.*

(b) *Dissert. de salibus.*

ſimæ fervore, & calore hinc inde agitatæ, a ſe invicem diviſæ per vitri poros penetrant, contentum in eo liquorem ingrediuntur, ejus particulas ſolutas & mobiles hamatis, & ramoſis cuſpidibus prehendunt, detinent, alias in alias contrahunt, & coarctant; imminuto igitur motu ſubſidunt, refrigerantur, minuitur calor, contrahitur volumen; quid tamen inde contra propoſitionem?

126. Attamen hujuſce effectus non quaſi per ſe, ſed circumſtantiarum tantum ratione a calore efficitur. Per ſe enim omnis calor movet, rarefacit, diſſolvit: ſunt tamen corpora, quorum partes ea donantur figura, textura, & ordine, ut a quibuſdam caloris, aut ignis particulis, a quibus pervaduntur, detineantur, ac implicentur; ipſumque corpus coaguletur & contrahatur: hæc tamen contractio, & coagulatio non eſt aucti frigoris argumentum, ut viſitur in ovi albumine (& aliis ſimilibus, ut obiter hanc etiam difficultatem expediamus), quod antea liquidum, calori applicatum ipſo calore concreſcit, ob eandem, quam modo dedimus, rationem. Unde licet illa ſit caloris, & ignis propria lex, ut caleſcentia & dilatentur, & ſolvantur; ſuà tamen legi exceptio. Per ſeſe quidem calor ſolvit corpora; niſi tali figura præditæ ſint partes, aliæ in alias incurrentes, ut ex incurſu, & mixtione tenaciter ſecum ipſis catenentur.

127. IV. Si calor in præfato motu conſiſtit; omnia corpora dura diſſolventur, dum caleſcunt; neque enim fuſio aliud eſt, niſi duræ maſſæ diviſio, & inteſtinus inſenſibilium ejus particularum motus; at plurima ſunt corpora, ut metalla v. gr. quæ licet maxime caleſcant, & igneſcant, non tamen ſolvuntur. Reſp. Ignem, & calorem ad corporum fuſionem tendere, non ſemper aſſequi: tenacius enim & fortius aliquando ſuæ ab invicem ſeparationi reſiſtunt particulæ, quam ut a ſubjecto calore poſſint ſeparari: cum igitur igneſcunt, non ſolidæ eorum partes, ſed contenta in ipſorum poris materia vehementiſſime agitatur, & fortiſſime parietes impellit, & concutit. Immitte in frigidam aquam ferrum, aut quodcumque metallum candens: aquam illico effervéſcere, agitari, & caleſcere deprehendes; motum autem non communicat, niſi eo donetur corpus: ſed tamen me-

talia vehementissimo calore solvuntur : ut nemo ignorat.

128. V. Tandem periculo sæpius facto a *Muschenbroek*, compertum est, in pluribus diversorum liquorum mixturis calorem insigniter fuisse auctum, nullo intestino motu observato : sic pro millibus unum : tribus olei vitrioli drachmis par aquæ pluviæ affusa fuit copia : Nullus ea in mixtione fervor observabatur ; immersi tamen in ea thermometri liquor a 48. ad 92. gradum ascendit & similiter in aliis plurimis: ergo sine ullo motu est calor. Resp. Sine ullo partium sensibilium, & quæ observari possint, motu stat calor ; non vero sine ullo partium insensibilium motu. Primus, non secundus motus deprehendi sensibus potest : primum item, non secundum, in prædictis observationibus desiderari, deprehendere tantum possumus.

PROPOSITIO X.

129. *Calor in anima est quidam doloris, aut gaudii sensus, ac perceptio : calor in corpore est intensior, vel remissior ejus partium, puta, nervorum, fibrarum, musculorum motus ope spirituum animalium auctus, communicatus, & traductus : causa vero hujusce motus, seu caloris in corpore, & sensus in anima sunt particulæ ignis elementaris per corpus ipsum diffusæ & ad motum excitatæ ; vel aliquid illius intestini, & vibratorii particularum motus, qui, si nimium intenderetur, ignem mixtum efficeret.*

Prima propositionis pars satis patet ex iis, quæ diximus, cum qualitatum perceptiones in anima, seu rationem, qua anima qualitates percipiat, exposuimus (a).

130. Aliæ duæ partes ex dictis hactenus sunt prorsus manifestæ. Porro si diversos status corporis humani ab intensissimo frigore ad intensissimum calorem, seu ignem sensim transeuntis consideremus ; rem ipsam observando, vel etiam experiendo, & sentiendo confirmabimus. Corporis frigore rigentis partes

(a) *Physica Gen. to. 1. l. 7. atque etiam in Metaphys.*

tes prorsus hebetes, & inertes corripiuntur, amissoque motu concrescunt, & gelascunt: admoto igne, vel perfricto, concusso, agitatoque corpore, primus sensim membrorum torpor minuitur, partibusque corporis paulatim excitatis, & sese movere incipientibus, gaudii in anima sensus incipit. Igne tamen vel nimium, vel diuturnius admoto, & agente, vel violenta etiam corporis agitatione, frictione, atque motu per longius, quam par est, tempus continuato, nimium etiam insensibiles nostri corporis partes agitantur, moventur, pori recluduntur, sudor erumpit, & incommodum doloris sensum in anima percipimus.

COROLLARIUM I.

131. *Potest igitur corpus aliquod calidum, hoc est, cujus temperamentum est calidum, & plurimo elementari igne abundans, frigescere, & gelari.* Ejusmodi sunt plurima corpora, quibus in alimentum utimur, quorum quidem temperamentum est calidum, ob plurimas, quas in se continent, elementaris ignis particulas: quæ, dum intra corpus irretitæ latent, a nulla externa causa excitatæ, subsidunt, neque ullum interea caloris sensum excitant: illico autem, ac in stomachum mittuntur, naturali stomachi calore excitatæ magnopere calescunt: suntque proinde hujusmodi alimenta valetudini aliquando nociva. Ex adverso etiam sunt plurima corpora, maxime calescentia, aut calefacta, quæ tamen, naturali eorum temperamento spectato, sunt frigida. Licet enim ab externa caussa in eum calefactionis statum adducantur, sibi tamen commissa in nativum frigoris temperamentum restituuntur.

132. Ejusmodi sunt plurima, quæ indicantur, & præscribuntur ad nimium stomachi, & corporis calorem temperandum, remedia; quæ utiliora sunt, si calefacta hauriantur. Sit in exemplum aqua communis, qua utilius calida, quam si frigida sit, ad nimii caloris remedium sæpe utimur. Calore enim agitatæ illius particulæ sese invicem extricant, subtilius dividuntur, hac illac impetu propelluntur; facilius igitur in stomachum missæ sanguinis massæ immiscentur, intimas & reconditiores corporis venulas,

poros, canaliculos subeunt; massam sanguinis refrigerant, igneos spiritus toto corpore diffusos secum abripiunt, & in sudorem versæ expellunt. Quæ sequuntur, de calore in secundo sensu accepto sunt potissimum intelligenda.

COROLLARIUM II.

133. Intensitas caloris in quacumque corporis parte rationem habet compositam ex densitate, seu massa particularum intestino motu se se moventium, & rapiditate ejusdem intestini motus. Sequitur ex dictis supra, cum de igne disputavimus. In eo enim stat intensitas caloris, in quo stat quantitas motus, qui propriam caloris naturam efficit. Hinc calidius multo sentitur ferrum, quam lignum, ad solem per idem temporis spatium exposita, pro majori in ferro, quam in ligno partium moventium densitate.

PROPOSITIO XI.

134. *Calor cujuscumque corporis calidi ex natura rerum communicatur secundum ejusdem corporis massam, aut densitatem, seu in ratione massæ, si cætera sint paria.*

Quo major est massa, seu densitas; major item est motus intestini, & perturbati, hoc est, caloris quantitas, æquali motus velocitate utrinque posita: at quo major est motus quantitas, cæteris paribus, major etiam motus communicatur, ut est ex se notum. Dixi, si cætera sint paria, potest enim aliquando rarius corpus, ob majorem illius particularum motus rapiditatem, intensiorem communicare calorem, quam aliud densius corpus, cujus tamen particulæ non adeo celeriter moveantur. Corporis etiam, cui communicatur calor, attendenda est densitas, partium mobilitas, & dispositio.

135. Ipsa etiam experientia propositionem demonstrat. Ferrum candens ligno æquali ardentius, eique applicatum majorem illi calorem communicat, quam ferro in iisdem circumstantiis communicaret lignum ardentius. Similiter deperditur calor in ratione massæ aut densitatis ejus corporis, cui communicatur. Sit vulgare exemplum: sensibilibus refrigeratur manus,

nus, si ferrum, quam si lignum æqualiter frigida contingat, eatenus autem refrigeratur, quatenus calorem suum amittit, & corporibus communicat. E duobus corporibus homogeneis æqualibus æque calidis supra alia æqualia, sed raritate dissimilia corpora impositis, illud plus caloris amittit, quod densiori corpori imponitur. Ratione etiam eadem suadetur veritas, multo enim plures in ferro, quam in ligno partes tangit manus; plures igitur ad motum concitat in ferro, quam in ligno: at quo plus communicat motus, hoc est, caloris, minus retinet.

136. Multiplex est propositioni exceptio. 1. Rem solum affirmamus de caloris actione in se spectati, & in motu consistentis. 2. Ex corporibus alia aliis facilius ignem, seu calorem recipiunt, transmittunt, illiusque actioni cedunt. Id vero a pororum ratione, a partium tenacitate, a diversa ignis copia pendet. Sicut autem diversa corpora diversas etiam igni opponunt resistentias; ita etiam neque ejusdem admittendi ignis sunt capacia, neque idem ad eorum fusionem, aut fervorem est necessarius. Sequentes caloris gradus in diversis corporibus in thermometro Farenheitiano observantur.

Re in Thermometro Farenheitiano observata, sequens ratio deprehenditur. Calor aquæ incipientis gelari est 32 supra $\overline{\text{o}}$

. . . aeris temperati	48
. . . summi caloris æstivi	90
. . . sanguinis in homine sano . . .	96
. . . ceræ diffluentis	140
Spiritus vini rectificati ebullientis . . .	180
Aquæ ebullientis	212
Spiritus nitri ebullientis	242
Stanni puri liquescentis	420
Olei vitrioli ebullientis	546
Plumbi puri liquescentis	550
Mercurii olei ebullientis	600

137. Cum duo corpora homogenea utcumque inæqualia, & inæqualiter calefacta permiscentur; ita dividitur & sese attemperat calor, ut permixtus liquor remissius uno, intensius alio liquore simplici caleat. Corpus, seu liquor magis calefactus aliquid de suo calore amittit, & alteri communicat, divisa scilicet caloris, aut motus differentia secundum ratio-

nem massarum, aut voluminum: ad eum modum, quo superius disseruimus in lectionibus de motu. Quae enim ibi tradidimus, ad calorem, peculiarem motus speciem, applicanda sunt.

PROPOSITIO XII.

138. *Calor a corpore calido hinc inde diffusus decrescit in ratione duplicata reciproca distantiarum ab ipso corpore calido, seu in ratione inversa quadratorum distantiarum a corpore.*

Sit quodcumque corpus calefactum, calorem circumquaque diffundens; ejusmodi calor, seu motus per corpora vicina diffunditur, & communicatur in sphaeram ex vi elastica ignis, qua sese diffundere adnititur; illius igitur intensitas decrescit in eadem ratione, qua augetur spatium, seu corpus sphaericum, cui communicatur: eo enim minor est, & remissior motus, quo majori corpori communicatur: at spatia haec, seu circumferentiae crescentes sunt inter se inverse, ut quadrata distantiarum, seu radiorum a centro (a): calores igitur in iis superficiebus, seu spatiis diffusi sunt, ut quadrata distantiarum a corpore calido inverse. Corpus calidum supponitur esse centrum, seu quasi centrum, a quo utrimque diffunditur calor.

139. Licet propositio, ejusque demonstratio in natura caloris, indole materiae ignis, & legibus communicationis motus innitantur; & ob haec tria principia ex indole sua secundum assertam rationem diffundi adnitatur calor; nihilominus ob impedimentorum inaequalitatem, & circumstantium corporum naturam, in terrestrium compositorum systemate regula illa diffusionis vix umquam ad amussim observabitur. 1. Etenim ob circumstantis aeris pressionem, vehementius sursum, quam deorsum, aut in latera diffunditur calor. Facilius enim sursum elevantur particulae calidae. Secundo non omnia circumstantia corpora actionem ignis, & caloris aequaliter admittunt: cum angustiores rarioresque alia prae aliis habeant

(a) *Elem. Geom.* n. 182.

beant poros, neque eandem, aut similem partium tenacitatem.

140. 3. Diffusio illa solum asseritur de motu illo intestino, caloris proprio, seu particulis ignis elementaris ad motum concitatis: seu actionibus ex solo corpore calefaciente provenientibus: non vero de effectibus in corporibus circumstantibus alio de capite productis. Corpora enim alia aliis sunt igne magis referta: in alio præ aliis facilius excitatur: calor præterea, quo æstuant corpora, ab interno igne potissimum producitur. Ea propter corpora ab igne remotiora vehementius sæpe, & citius incalescunt quam proximiora: non ex intensiori ignis externi actione, sed quod internus illius ignis minori actione citius, facilius, & vehementius exciterur. 4. Tandem vera solum est regula, comparando sensibiles superficies cum superficiebus: quod si crassiores & profundiores crustas sphæricas cum aliis similibus concentricis compares; in majori ratione decrescere debet calor. Superficies enim, ut quadrata augentur; corpora tamen similia, ut massæ, hoc est, ut cubi diametrorum. Jam vero calor in massas, non in superficies agit.

COROLLARIUM.

141. *Duo igitur, aut plura corpora calefacta æqualia, & eadem caloris intensione prædita ad eandem, aut æqualem distantiam eundem producunt calorem.* Quod si aliud sit alio intensius; intensiorem in eadem distantia calorem efficiet. Similiter quo propius ad corpus calidum accedimus; intensiorem semper calorem sentimus: cujus quidem augmentum fit secundum rationem quadratorum distantiarum reciproce; da v.g. ad 4. pedum distantiam calorem, ut quatuor, esse intensum; ad distantiam 2 pedum erit calor intensus, ut 16; sunt enim distantiæ directe 4. 2: earum quadrata inverse 16, 4: Hæc tamen secundum datas exceptiones intelligenda.

§. I.

Caloris excitatio, effectus & aliqua Phænomena.

142. *Eodem prorsus modo excitatur ignis, & calor, cum eadem utriusque sit natura; iidem etiam utriusque sunt effectus, hoc uno discrimine, quod sensibiliores in igne, quam in calore existant. Quæ igitur supra de igne retulimus, calori etiam referenda sunt: Quoties duo, aut plura corpora ita percutiuntur, & confricantur, ut aliquæ eorum particulæ insensibiles agitentur, separentur, perturbate moveantur; excitatur calor, seu calorem concipit corpus. Eo autem erit intensior, quo plures, mobiliores, & densiores particulæ rapidius moveantur. Dicta modo ratione si manus frigida manum confricat, utraque incalescit: ratione enim, atque fricatione & sanguis, & spiritus animales, & proximæ ad cutem partes excutiuntur, agitantur, sparsus per illas elementaris ignis excitatur, ruptisque carceribus movetur.*

143. *Quod si aliquo tandem pacto ejusmodi motus impediatur; non excitabitur calor. Si manus, inquit* Regnault (a) *jure ex contusa cæpa expresso linias; carbones accensos tractare, & ardenti, fusoque plumbo easdem diluere poteris impune. Ignem etiam manu tractant, aut in os impune immittunt, qui manum, & os prius mixtura quadam lavant, quam spiritus a Sulphure, a sale ammoniaco, ab oleo seu essentia rosmarini, & a succo cæpe distillati pari quantitate componunt. Quin etiam, eodem* Regnault *referente* (b), Richarson *ejusdem, aut alterius similis liquoris beneficio ferrum ignitum manu, carbonem accensum lingua longo tempore servabat impune.*

I I.

144. *Calore dilatantur corpora, vapores ex se emittunt,*

(a) *Entret. de Physic. to. 2. Entret. 6.*
(b) *ibid. ex Journal. des Sçavans* 1680. *p.* 251.

tunt, leviora fiunt: insensibilibus enim corporis particulis hinc inde concussis, a se invicem avulsis, & ampliatis poris, eorum moles eadem manente massa crescit, leviora fiunt, partes avolant. Hinc e fervente aqua perennis fumorum copia sursum ascendit: e mari, fluviis, lacubus, paludosis locis infinita pene vaporum copia exsurgit: exsiccantur æstivo tempore paludes, dehiscunt terræ &c. animantia omnia circa se ipsa vapores semper emittunt, immo & perenni vaporum atmosphæra cinguntur; nativo enim calore circulans per arterias & venas sanguis, cæterique humores in vasis contenti in subtilissimas, rarefactas, atque leves particulas dividuntur, per apertos ob eundem calorem poros perenniter effluunt, & invisibilem circa corpus nubem efformant. Unde etiam est, quod copiosiores ab humano, cæterorumque animantium corpore vapores & halitus expirentur æstivo, quam hyberno tempore: quod vel ex sensibili sudore, & insuavibus plerumque quorundam corporum odoribus manifestum est: intensioris per id temporis caloris necessaria id est consequentia.

III.

145. *Ad eandem etiam causam, subterraneum & solarem calorem, referendum est, quod nutritii succi a terra in arborum, & vegetantium omnium radices, per ora calore ipso aperta se se insinuantes per earum venas, a natura in id ipsum dispositos canales, per truncum ascendant, in ramos, flores, folia, fructus dispartiantur; unde vel in fructus, ac florum substantiam convertuntur, vel in auras per poros continua evaporatione exspirant, vel ad terram iterum per corticis canales regrediuntur. Notabile diurnæ exhalationis exemplum in ipsis etiam oleribus & floribus videre est, qui mane quidem vegeti, cadente sole ob maximam, quam interdiu passi sunt, particularum exhalationem flacidi, corrugatique in terram convergunt.*

IV.

146. *Aer quiescens, aut agitatus, & ventum efficiens in iisdem circumstantiis eundem habet calorem: neque enim aeris motus directus, & violentus, in quo ventum consistere certum est, intestinum, & perturbatum*

par-

particularum motum auget, aut imminuit. Id etiam thermometri testimonio comprobatum est; vel enim sereno, & quieto aeri exponatur, vel in oscillationes agatur, aut vento follium ope, aut naturali de causa orto impellatur; eundem semper caloris, aut frigoris gradum ostendit. Quod si flabellis ut plurimum, & vento alia quacumque ratione excitato refrigeramur; id ex eo provenit, quod agitatus aer, qui plus, quam corpus humanum, friget, cutem nostram lambens calidos sudores, halitus, & vapores e corpore perenniter erumpentes, & supra cutem, nisi alio impellantur, diffundendos, eamque calore affecturos, una & quampluримas ignis elementaris particulas e corpore exspirantes secum abripiat. Iis enim præcipue referendus est, quem sentimus, calor, & æstus: novus igitur semper aer frigidus succedens, & eum, quo tangimur, expellens, nos semper refrigerat. Id etiam ex eo constat, quod multoties adeo calidus sufflat ventus, ut eum ferre ægre valeamus. Quandocumque igitur aer agitatus, aut ventus sint in se ipsis frigidi; id non directis eorum agitationibus tribuendum: sed iis particulis quas secum ab humidis, aut frigidis locis afferunt, intestinoque earum particularum motui.

V.

147. *Notabile illud est caloris phænomenon, quod insigni errori locum dedit: licet in aperto aere, eodemque loco idem sit calor ad 20, 30, 40, 50 pedes in altitudinem; intra domos & palatia pluribus tabulatis distincta magnum est diurno, nocturnoque tempore caloris, & frigoris discrimen inter superiores, inferioresque contignationes: sub meridiem cælo sereno, & lucente sole infima contignatio minus calida, media calidior, suprema omnium calidissima; inversum tamen ordinem nocturno tempore servant. Tabulata enim eo magis externo ambienti, calido interdiu, noctu frigido, patent, quo altiora sunt: interdiu igitur calidiores, frigidiores sunt noctu superiores contignationes. Sed tamen (& hoc notabilius) infima domus contignatio non est noctu, quam interdiu calidior, (quod thermometro demonstrante patet): Licet qui sese e foro in domum, aut e superiori in inferiorem contignationem recipit, majorem illic calorem noctu, minorem interdiu ex-*

experiri sibi videatur. Ejusmodi enim sensus fallacia ex eo ortum ducit, quia interdiu è calidiore in minus calidum, noctu autem è minus calido in magis calidum locum sese recipit; idem igitur evenit, ac si manum dextram è frigida in tepidam, sinistram è calidissima in eandem tepidam aquam immitteres.

148. *Eodem modo explicatur vulgare illud, & simile phænomenum, quod* Antiperistasim *dicebant antiqui. In subterraneis scilicet locis, specubus, aquarum puteis intensiorem noctu, quam interdiu, hyberno, quam æstivo tempore esse calorem: hoc vero ex ipsiusmet sensus testimonio conficiebant: Majorem proculdubio calorem hyberno, quam æstivo tempore experiuntur, qui ab aperto aere se recipiunt in prædicta loca. Quasi scilicet, dicebant, calor ad hyberni rigidiorisque frigoris velut ad infensissimi hostis, conspectum perterrefactus, & manus conserere impar, in fugam versus sese in speluncas, velut in securissimum munimentum, atque asylum reciperet; tandiuque illic delitesceret, quoad, æstivo tempore appellente, novus calor victo suppetias afferret. Festivam potius hanc, quam philosophicam ideam thermometrum evertit: quod minorem semper diu, quam noctu, æstate quam hyeme in cavernis, & puteis demonstrat calorem. Unum pro multis adducam experimentum. Robertus Boyle thermometrum intra terram ad profunditatem pedum 130 collocavit: eumdemque hyeme, atque æstate calorem indicabat instrumentum* (a). *Idcirco autem calorem hyeme, frigus æstate subterraneis in locis sentimus, cum in illa scilicet ab aperto aere concedimus; quia hyberno tempore e frigidiori, æstate vero e calidiori aere, & loco demigramus. Da enim, eumdem hyemali tempore casu aliquo esse in atmosphæra calorem, atque in æstate: idem procul dubio frigus in cavernis eo tempore deprehendes, atque si per æstatem in subterranea ea loca te recipias.*

VI.

149. ***Aqua in vase contenta, cum fervet (in iisdem tamen circumstantiis ob inferius dicenda), eundem semper habet calorem, licet ad majorem, aut minorem, ad in-***

(a) *Hales statica de veget. pag. 53.*

intensiorem, aut remissiorem applicetur ignem. Ignis enim vel mediocriter intensus aquam ita agitat, dividit, impellit, movet, viamque sibi intra illam ita aperit, ut, major licet & intensior applicetur ignis aut calor, omnes tamen illius particulæ per apertos jam canales facile erumpant, quin novas sibi vias facere, novumque motum imprimere sit opus. Vide, quæ dicimus, cum de aqua disserimus.

150. *Vasis ipsius supra ignem impositi, & aqua repleti fundus non eodem modo afficitur semper. Aqua ad ebullitionem usque calescente, magis calescit fundus, quam postquam ferveat: extracto deinde ab igne vase, cum primus fervor cessat, magis iterum calescit fundus, quam dum ferveret aqua. Hujusce phænomeni ratio est; quia igneæ particulæ, quamdiu aqua non fervet, in fundum potissimum agunt, adnituntur, inhærent: illius scilicet poros ingressæ, & aquam impellentes, ab illa adhuc inerti, immobili, porisque etiam occlusis in fundum iterum retunduntur, eumque vehementius agitant: fervente aqua, apertisque jam, & in fundo, & per aquam poris, facilius per eam penetrant, ab eaque erumpunt, ad fundum non reversuræ: quamprimum deinde cesset fervor, perturbata iterum pororum, & viarum dispositione, ad fundum iterum retunduntur, eumque fortiter iterum exagitant, utrimque concutiunt, & ardentiori afficiunt calore.*

LECTIO IV.

De Frigore, seu Statu Corporum calori opposito.

151. Frigus opposita calori qualitas, animæ sensus, aut status corporum, vel est *absolutum*, ut dicitur, vel *relativum*, seu minor calor: utrumque sensuum ministerio, & ex pluribus etiam effectibus agnoscimus. Veteres Peripatetici illud esse existimabant qualitatem ab omni substantia, & modo distinctam. Sunt recentiores, qui cum *Leucippo*, *Democrito*, *Epicuro* hanc rerum qualitatem in quibusdam atomis, seu particulis salinis acuminatæ figuræ consistere autumant, & propugnant. *Cartesius* tamen, Carteslani, & plures deinde nulli systemati addicti, eam qualitatem calori oppositam per insensibilium partium

quie-

quietem, ut calorem per intestinum earumdemmet partium motum explicant.

152. Frigus, ut de calore diximus, distinguere, & considerare oportet in anima, in corpore animato, in corporibus externis non animatis. In anima est doloris, aut gaudii sensus, qui ob præsentem corporis statum in anima tunc elicitur secundum legem commercii inter corpus, & animam. In corporibus vero animatis, aut inanimatis est aliquid physicum materiale. In iis distinguere est status corporum frigidorum, seu effectus aut phænomena in iis observata, & hujusmodi statuum, seu effectuum caussam. Postrema hæc, qualiscumque tandem statuatur, materiale frigus proprie dictum nuncupari debet: & quid illud sit, quibusve legibus agat, examinari, atque definiri. Ille vero animæ sensus in homine rigente frigus generatim proprie nuncupatur; de quo impræsentiarum non est nobis sermo.

PROPOSITIO XIII.

153. *Corpus quodcumque animatum, aut inanime dicitur, & est frigidum, cum insensibiles ejus partes inter se quiescunt, atque ad intestinum motum, congelatione aliqua impediuntur.*

Corpus ejusmodi ita frigidum esse dico, ut neque frigidi gradum, neque frigoris caussam definiam; statumque, & qualitatem intelligam ab animi dolore, seu frigore in anima distinctam. Is tamen dolor ab animato corpore ita affecto consequeretur. Propositionem ita explicatam suadent sequentia. Calidum procul dubio est corpus, cujus insensibiles particulæ intestino cientur motu: id igitur, cujus partes non modo quiescunt, sed ad illum præterea motum sunt catenatione impeditæ, in statu existit calidi corporis statui contrario, qualis tantum est status frigidi.

154. 2. Id etiam nos docet continua in nobismetipsis experientia. Numquam sanguis, cæterique humores vehementius in vasis motu intestino agitantur, quin intensius nos etiam calescere sentiamus: numquam ex adverso motum illum remittere, parte aliqua corporis cessare, eamdemque gelascere animadvertimus, quin per eosdem etiam remittentis motus,

&

& crescentis congelationis gradus corpus sensim frigescere ex molesto sensu non experiamur. Primum quidem æstate intra balnea, in vaporariis, aut post diuturnum violentum motum: Secundum dura hyeme.

155. Duo eum statum corporum constituunt, partium insensibilium quies, & major minorve illarum congelatio: primum, si particularum inertiam excipias, est aliquid negativum, intestini motus, seu caloris defectus. Secundum vero est physicus caussæ realis effectus. Utrumque suam habet caussam: partium quies ignis elementaris non amplius excitati, intestini motus deficientis effectus est, & consequentia. Congelatio ab hamatis nitri, & salium particulis provenit. Uterque etiam ille effectus insimul existens frigidum corpus constituit: ejusmodique est noster hominum, cæterorumque animantium status, cum dolorem illum sentimus, frigus vulgo nuncupatum.

156. Aliquæne tamen jam gelascunt nostri corporis partes, cum frigus sentimus? Id nequaquam mideraberis, si animadvertas sequentia. 1. A summa, aut perfecta partium omnium congelatione ad primum illius terminum sensibilem infiniti fere sunt gradus. Crescit illa aut decrescit ex numero partium concrescentium, crescente, aut decrescente, & ex vinculorum intensitate. 2. Præsens semper calor, seu motus intestinus in corporibus animatis opus est, ne viscosæ alias eorum partes mutuis vinculis catenentur, & gelascant. Præsentes semper sunt congelationis caussæ: earumque actionem a præsenti semper calore impediri opus est. Qua igitur ratione hic remittat, illa statim incipiet, seu potius intendetur. Subtilissimos fibrarum ramos per se semper viscosos, quamprimum non agitentur, concrescere facillimum est, & necessaria remittentis, aut cessantis caloris consequentia.

157. Nullum in natura corpus agnosco, in quo pura illa insensibilium particularum quies existat sine ulla earumdem catenatione, seu congelatione. Quærere igitur superfluit, sit necne frigidum corpus illud, cujus particulæ insensibiles citra ullam catenationem aliæ aliis appositæ quiescerent. Corpus in hujusmodi hypothesi consideratum 1. non esset calidum. 2. negativum haberet frigus. 3. esset præterea ali-

aliquo etiam reali frigore ex inertia partium motui resistentium derivante præditum.

PROPOSITIO XIV.

158. *Caussa physica ejus status, in quo corpus est & dicitur frigidum, seu quæ insensibiles ejus particulas sedat inter se, & congelet, sunt partes salinæ, nitrosæ, & aliæ similes intra corporis massam introductæ, aut existentes una, & intestini motus cessatio.*

Enim vero cum corpus quodcumque antea ex intestino motu calidum frigescit, motumque & solutionem partium amittit; aliqua est novi hujusce status caussa physica. Hæc vero illa erit, a qua particulæ a motu detineantur, sedentur, implicentur: aliud in natura non agnoscimus, a quibus hæc peragantur, nisi salinas illas, nitrosas, & similes alias ramosas particulas, ipsorum corporum proprias, aut in illa introductas. Hæ scilicet sunt caussæ semper, & ubique præsentes; cum late per atmosphæram, & corpora terrestria diffundantur: effectui ipsi sunt proportionales, eum semper comitantur, illiusque accidentia, & phænomena explicant. Hac una sane ratione liquores antea tepidos, aut calidos quotidie refrigeramus, aut congelamus: eas nitrosas particulas in liquorem introducendo; quæ illico ac per liquidam massam distribuantur, motus intermittere, partes grandescere, & gelascere incipiunt.

159. Et hinc etiam illud est explicatum jam supra phænomenon admiratione dignum, quod calor producat aliquando frigus: seu corpus in frigidi statum adducat. Præterea congelatio partium corporis est mutua ipsarum catenatio, atque implexio; quam a ramosis, & hamatis particulis se se comprehendentibus esse, & in Physica generali probavimus, & satis per se se intelligitur. Inter hujusmodi figurarum partes potissimum locum habent particulæ nitri, salium, & aliæ. Opus tamen esse dixi motus intestini defectum, seu dictas partes vehementi motu intestino non moveri. Eo enim motu agitatæ calorem etiam ipsæ efficiunt, & calidissimæ esse possunt.

160. Ex dictis, nisi fallor, totam hanc quæstionem solvere possumus. Iterum tamen est distinguendum frigus intra animam a frigore extra animam. Ponamus

mus ex. gr. corpus nostrum nocte hyberna aperto aeri expositum esse, sensimque, ut fit, & paulatim rigere. Quid in corporibus externis, & circumambiente aere, quid in nostromet corpore, quid in anima fit? Deficiente igne elementari, & mixto, qui sunt & motus, & motuum causa; deficiente etiam calore sensibili, qui est modica ignis elementaris, & mixti quantitas, & modici etiam intestini motus causa, circumpositorum corporum partes motum amittunt: aliæ supra alias subsidunt: secum ipsis ob peculiares figuras implicantur: a particulis salinis irretiuntur, pori constringuntur, volumen corporis minuitur, illiusque partes magis vel minus prehensæ, & irretitæ, magis, vel minus etiam gelascunt. Aer circumstans maxima volatilium salium, nitri vero potissimum, particularum vi abundat, easdemque particulas tamquam commune vehiculum circumpositis corporibus communicat. Hoc illud est, quod frigescentibus corporibus accidit, & quod vocamus frigus in corporibus inanimatis, seu extra animam: idque ipsum vocari potest peculiaris corporum status. In hoc vero duo distinguenda sunt, quies nimirum, & implicatio particularum corporis: & hujusce quietis, aut implicationis, congelationisque causa. Secundum hoc in defectu ignis, aut caloris, & in particulis ipsis salinis consistit, atque frigoris causa existit: primum illud hujusce causæ effectus existit.

161. Particulæ insuper nostri corporis ob easdem causas quiescunt, irretiuntur, & conglaciari incipiunt. Id ipsum est frigus in corpore, seu causa sensus frigoris in anima. Conglaciatis corporis partibus, puta nervis, fibris, nascitur in anima dolor, seu incommodus quidam sensus, & perceptio, quam *frigus* in anima nuncupamus. Facta vero jam aliqua partium corporis congelatione, facile concipies, quo pacto enascatur animæ dolor; si animadvertas, eo in statu impeditum ex parte esse spirituum animalium motum; animæ & corporis commercium difficilius peragi, subtilissimos nervorum ramos, & fibras flexibilitatem amittere; fieri ad motum ineptas, facile in partibus ipsis minimis fractiones quasdam accidere, doloris citra dubium causas.

162. Tria igitur habes inter se distincta, quæ & vo-

vocari a te possunt, & vulgo nuncupantur frigus: molestum in anima dolorem: intestini motus, seu caloris defectum, & inceptam congelationem partium: utriusque caussam. Singula hæc seorsim, aut simul loquendo sæpe intelligimus. Cum asperum, frigidumque aerem, diem, anni tempus esse audis, aut affirmas: frigus fere intelligimus in tertio sensu usurpatum: nonnumquam etiam in secundo. Primum fere sensum significamus, cum frigore rigere querimur.

COROLLARIA.

163. Quodcumque ex his tribus frigoris nomine intelligas; satis per se liquet, physicam hanc qualitatem non esse purum caloris defectum, seu negationem. Physicorum enim defectuum, aut statuum, quales proculdubio frigoris sunt, physica etiam est caussa. Eorum effectuum præcipuos modo attingemus, ut a posita jam caussa deducamus: ab iisque ulterius explicabitur, & confirmabitur asserta hucusque doctrina.

164. I. Dum congelatur aqua, ac proinde frigescit; majus acquirit volumen. Quanam ratione eo aquæ statu res peragitur? Respondeo: Intumescere, seu augeri concrescentis aquæ volumen ob plurimas aeris bullas, quæ in frigescente aqua compinguntur, & remanent, ut superius diximus. At, inquis, plurimæ e glacie evaporationes, & halitus erumpunt, quos, cum fluidi sint, perturbate moveri necesse est: ergo internæ glaciei partes etiam cientur motu: est tamen glacies frigida, ergo frigus cum insensibilium particularum motu cohæret. Respondeo: Aliquem intestinum motum in aliquibus glaciei partibus, aliquemque proinde calorem existere, superius probavimus: licet hujusmodi motus non liquiditatis, sed caloris proprius sit.

165. II. Cum frigescens aqua congelatur; tanta vi intumescit, & dilatari nititur; ut nisi id libere possit efficere, fortissima etiam vasa dilatari impedientia disrumpantur, & in frusta dissiliant. Unde autem ejusmodi aquæ vis provenit? Eam esse aquæ ingenitam, nec nisi a calore impediri? calescens enim aqua dissolvitur: dissoluta ea virtute destituitur. Ex

alia tamen parte qui fieri, intelligive potest, quomodo calor, hoc est, intestinus particularum motus, eam vim destruere valeat? Quaenam tantae rei caussa? Respondeo, phaenomeni circumstantiis diligenter examinatis, aliisque rejectis caussis, id unum superest, ut ejusmodi effectus & bullarum aeris elaterio, & partium figurae, rigiditati, duritiei, firmitati tribuatur. Equidem aqua aere expurgata concrescens, neque dilatatur, neque vasa diffringit (*a*).

166. III. Experimentum celeberrimum Florentiae saepius pari semper successu repetitum secundum assertas caussas explicatur. Rei summa est, quod sicut radii luminis aut ignis in speculum causticum incidentes, ad illiusque focum reflexi, thermometri in foco positi liquorem rarefaciunt, & calefaciunt, ita si flammae loco ponatur glacies, aut nix; thermometri in foco existentis liquor frigescit, condensatur, & descendit. Sicut igitur primum fit per ignearum particularum a speculo ad focum reflexarum emissionem, ita etiam secundum per particulas nitrosas, & salinas peragitur.

COROLLARIUM II.

167. Ex dictis etiam facile statues, quid rei sint, & quonam discrimine distinguantur *frigus absolutum*, ut dicitur, & *frigus relativum*. Primum duo significat. 1. summum frigus, quale forsan non existit in natura. Id vero esset perfecta insensibilium partium quies, & summa earum congelatio: hoc est, perfecta exclusio caloris, & summum illius impedimentum. 2. Magnam quamcumque frigoris intensitatem. Haec tamen dicitur etiam frigus relativum: quo nomine potissimum intelligimus excessum intensitatis frigoris in uno corpore ad aliud comparato. Hoc unum *relativum* frigus in natura agnoscimus: quo sane, cum infinitos habere possit intensitatis gradus, quodlibet corpus & frigidum, & calidum dicitur, cum ad diversa corpora comparatur.

CO-

(a) *Regnault. to. 4. Entret. 6.*

COROLLARIUM III.

168. Corpora plurima arte frigent, quæ, spectata eorum indole, sunt calida: aliqua ex adverso calent, quæ ex sua peculiari natura, seu partium constitutione, & figura sunt frigida. Primi generis ea sunt, quæ plurimas primigenii, & elementaris caloris particulas intra sese continent, implexas tamen, & motu destitutas; vel iis constant particulis, quæ ob soliditatem, figuram, texturam sunt facile mobiles; sed a ramosis quibusdam spiritibus extrinsecus advenientibus implicantur, & ad motum impediuntur. Hujusmodi sunt plurima, quibus utimur, alimenta.

169. Ad secundum genus ea spectant, quorum insensibiles particulæ, & elementa ob figuram ramosam, tortuosam, scabram sunt ad motum inepta, & facillime ad quietem reducuntur: vel etiam ea, quæ plurimo nitro, & sale abundant. Duplex enim hic corporum ordo, dum violenter ab externa causa ad intestinum motum concitatur, calet; sed ea causa amota, si libere sibi permittantur, motu intestino in alia corpora translato, frigescunt; cum ad quietem, vel minorem motum eorum partes reducantur.

§.

Aliqua frigoris Phænomena, Causa, & Proprietates.

I.

170. *Præcipuæ frigoris proprietates numerantur quatuor: ad frigidorum corporum contactum frigoris sensum in nobis experimur: minuitur corporum motus, eorumque partes condensantur; neque facile dissipantur, aut in vapores abeunt: ipsa etiam corpora frigore durescunt. Primum fit, quia frigidi corporis, manui v. g. calidæ applicati, partes intestinum manus nostræ partium motum sistunt, aut imminuunt, & in sese recipiunt: anima igitur imminutum in manibus motum, & calorem percipiens frigoris experitur sensum.*

171. *Secundum: Calescentis corporis pori calore ampliantur: illius etiam particulæ a se mutuo ob intestinum motum dissociatæ & vertigine revolutæ, se invi-*

cem angulis, & cuspidibus impetunt, expellunt, separant, ut est ex se notum: intestino motu cessante, pori restringuntur, particulæ etiam congruentibus faciebus, & sibi invicem appositæ subsidunt; corpusque ad minorem molem reducitur.

172. *Tertium, & Quartum pari ratione fiunt, & explicantur: cum partes subsidentes secum ipsis implicentur; longe difficilius evolare possunt, cum & minus patentes sint pori, & aliæ ab aliis detineantur. Ex eadem etiam subsidentium particularum catenatione, & mutua adhæsione corporum firmitas, & durities oriuntur, ut suis in locis explicavimus.*

PHOENOMENON II.

173. *Hinc frigore conservantur corpora a corruptione, & putredine immunia; puta carnes, pisces, olera, arborum fructus, & id genus alia: quæ difficilius æstate, quam hyeme; calidiori, quam frigidiori climate a putredine servantur immunia, ut quotidiana nos docet experientia. Loca scilicet sunt, in quibus porcinæ, aliæque carnes nullo sale adhibito per plurimos dies, & menses in cellis penuariis servantur. Me etiam rem prorsus singularem legisse memini a variis scriptoribus relatam, apud quos sit fides, insularum Scotiæ a septentrione adjacentium habitatores, posteros suos vita functos intra tellurem nequaquam sepelire: sed eos deserto quodam & sacro genti secessu secundum familiarum, & consanguinitatis ordinem disponunt, in series atque anniversaria quadam die religiose invisunt, piisque lacrymis parentant. Aliquid etiam simile de Mexicanis principibus, dum Mexicanum stetit imperium, Hispani scriptores (a); de Ægyptiis Regibus alii referunt.*

174. *Horum autem ratio est: quia frigore circa se ipsos addensatæ retinentur partes: motus intestinus impeditur. Sine eo motu nulla fit fermentatio, necessaria ad corruptionem conditio. Eadem de caussa subtiles corporis spiritus mutuis rigentium partium vinculis impediti, neque a corpore exspirant, neque ad motum exci-*

(a) *Acosta Hist. de las Indias.*

citatur: integra perinde corpora servantur nulli corruptioni obnoxia. Hac enim ratione marcescunt, & corrumpuntur corpora: intimae eorum partes, si solida sunt, solvuntur; quod quidem interna potissimum fermentatione peragitur. Partibus solutis, subtilior corporis substantia, spiritus, sales volatiles a crassioribus partibus liberae, ab igne elementari actae, & rarefactae sursum in aerem exhalantur. Iis spiritibus a corpore in partes soluto exhalatis, crassior ejus materia tantum remanet, sese undequaque rupta catenatione solvens, & ingratum ex se se odorem ut plurimum diffundens. Omnia autem calore, hoc est, intestino motu, & ignis elementaris explicatione peraguntur: frigore igitur, & congelatione haec omnia impedientibus integra servari debent corpora. Exposita superius putrefactionis caussa & modus rem totam confirmant. Mirum proinde non est, si alicubi tres, aliis in locis quatuor, in aliis quinque dies effluere opus sit, ut carnes sale non conditae putrescant. In his tamen ad variam ipsarum carnium, fructuumque structuram attendere necesse est.

PHOENOMENON III.

175. *Aestivo tempore calidioribus climatibus ope salis communis carnes & quamplurima alia a corruptione servantur immunia: particulae enim salinae angulosae, cuspidatae, ramosae per carnium poros ingressae parietes hinc inde arctis vinculis prehendunt, secum ipsis committunt, ad quietem reducunt; fermentationem proinde impediunt, & a corruptione servant immunia. Eo igitur copiosiorem salem adhiberi oportet, quo major fuerit caloris intensitas, aut climatis ardor. Humori etiam in causa est, ut carnes, pisces, & id genus alia putrescant: humore sales solvuntur, intimaeque partes ab iis vinculis liberae fermentationi, & corruptioni dant locum.*

PHOENOMENON IV.

176. *Cum prima, & praecipua caussa status corporis frigidi sint spiritus salini, & nitrosi; corum potissimum ope frigescunt corpora, & liquores praeterea in glaciem vertuntur. Equidem si intra aquam calidam, tepidam, aut temperatam salem communem, amoniacum, nitrum,*

& vitriolum solvamus: aquam statim frigescere deprehendimus. Ipsimet spiritus, & sales liquoribus immissi eos in glaciem vertunt. Ea item loca sunt prae aliis frigidiora, quae copiosiori nitro abundant. Nitrosae scilicet particulae hamatae, & ramosae minutissimas aquae, aut liquoris cujuscumque partes motu intestino agitatas detinent, & catenant: intestinum proinde earum motum perturbant, & minuunt, easque ad quietem reducunt, hoc est, calorem destruunt, frigus efficiunt.

Et hinc est, quod ii venti, qui ab altissimis montibus nive coopertis, & ab iis, qui plurimo abundant nitro, spirant, frigidissimi sint.

PHOENOMENON V.

177. *Aquae frigidae, aut tepidae balneo immoderatus corporis calor imminuitur, & ad justam adducitur temperiem; & inde est, quod homines ratione ipsa, longissimique temporis experientia edocti, ad recuperandam, vel servandam valetudinem balneorum usum adhibent. Si enim aqua sit corpore calidior, cujus poros recludit, & dilatat; per eos eo pacto apertos plures e corpore erumpunt spiritus, immoderati caloris principium aut pabulum; & nitrosi etiam balnei spiritus ingrediuntur, qui perturbatum animalium spirituum motum, seu calorem attemperant. Quod si aqua sit corpore frigidior; massa sanguinis, spiritus animales, & vitales majori, quam aquae partes, motu agitatae, hujusce motus partem in aquam transferunt, de suo amittunt, internus ignis copiosior, aut magis agitatus, quam in aqua in illam diffunditur: temperatiorique proinde calore gaudet corpus.*

PHOENOMENON VI.

178. *Summa hyeme, in qua durissima sint frigora, labia, manus, aures, & aliae humani corporis extremitates ambienti aeri expositae frigore dehiscunt, & per multiplices hiatus fatiscunt: quod contra frigoris naturam esse videtur: eo enim potius contrahuntur, quam dilatantur corpora. Frigore quidem primo constringitur cutis, auriumque, manuum, & labiorum extremitates, atque superficies; subterfluentis sanguinis, & spirituum impeditur cursus. Hujusmodi humores*

res a libera circulatione impediti, & detenti fermentantur, fermentatione putrescunt: inclusæ in illis aeris particulæ amissam libertatem recuperant, in majores moleculas conflantur; & elaterii viribus, atque sese dilatandi conatu fibras rumpunt, cutem dehiscere cogunt, ut majorem in libertatem restituantur. Eadem de causa arbores, & frutices nimio frigore in extremitatibus concretæ in plures subinde, & prægrandes rimas fatiscunt: vehementi enim frigore nimium constringuntur arborum extremitates, & cortices; unde inclusæ aeris particulæ nimium compressæ fortiorem acquirunt elasticitatem, qua amplas sibi ad egrediendum faciunt vias; extremas scilicet arboris partes, & corticem hac illac rumpendo, separando, dividendo.

179. *Hic tamen in curiosorum gratiam, & utilitatem omittendum non est communi in septentrionalibus regionibus malo præsens remedium, licet paradoxum videatur. In provinciis prope polum jacentibus, Laponia, Siberia, & aliis rarum non est, extremos manuum digitorum articulos, brachia interdum integra, nares, aures ob nimium frigus congelari, & a reliquo corpore non citra vitæ aliquando periculum se se, tamquam glacies, rumpendo separari. Communi malo remedium est, concretas frigore partes intra frigidissimam aquam mittere, aut nive cooperire: eo scilicet pacto sanguinis, spirituumque animalium solvitur gelu, redintegrataque humorum circulatione ad functiones animales obeundas intermortua jam membra apta iterum evadunt. Paradoxi remedii causa, & virtus ea esse videtur; quia nitrosi spiritus, quorum ope, & plexu sanguis, atque humores modo supra explicato concreverant, ab aqua, & nive imbibuntur, & solvuntur; neque amplius naturales ad circulandum vias sanguini occludunt.*

PHOENOMENON VII.

180. *Olera, arborum flores, & teneri fructus, vinearum palmites, parvi, tenerique racemi, & id genus alia magno ingruente frigore marcescunt, & quasi ab igne corriperentur, aduruntur. Intenso enim frigore rigescunt, & gelascunt teneræ fibræ; frigore correptæ interfluentes succos detinent, & in glaciem item vertunt; intenso postea, & repentino succedente calore, interclusus parvis in cellulis aer rarescit; liquescunt,*

& rarefiunt etiam succi, cellularumque parietes, teneras scilicet fibras, & minutissimos canales diffindunt: canalibus autem contortis, & disruptis, fibris dissectis, succorum attractio, & circulatio, atque nutritio impeditur: marcescere igitur flores, contrahi, rarescere necesse est. Ejusmodi igitur effectus intenso calori ad magnum frigus supervenienti tribui potius debet, quam frigori: si enim intensum frigus moderatus calor excipiat, ut liquescens paulatim succus occlusos canales lente recludat; nihil mali timendum est; soluto enim paulatim gelu, revirescunt iterum flores.

181. *Contra hactenus dicta sequentia opponi videntur.* I. *Ventus a septentrionali regione spirans in tota Lusitania, & aliis passim regnis, & provinciis est maxime violentus, magnoque cietur motu; & aerem secum rapit; est tamen maxime frigidus: frigus igitur stare potest cum violento partium motu. Respondeo, magno cietur motu, quo ab uno ad alium locum dissitum ingentes aeris massæ, vel etiam tractus transferantur: non tamen magno cietur motu intestino, & perturbato, quo scilicet insensibiles particulæ aliæ in alias incurrant, & sese versus omnes partes impellant. In secundo autem, non in primo motu frigus consistere diximus, & probavimus. Adde, quod ventus ab arctico spirans parvas secum glaciei particulas affert, quibus etiam frigoris intensitatem in sese auget.*

182. II. *Frigus corpora potius dilatat, quam in minorem contrabat molem: Periculo sæpius facto a Domino* Hughens, Mariotte (a), *& a plurimis Regiæ Academiæ sociis* (b) *tubi ferrei, aut ænei quatuor lineis crassi hermetice utrimque clausi, aqua pleni, vehementi frigori expositi magno cum strepitu sunt disrupti, notabili aperta fissura: quod interiori aquæ ob nimiam frigoris intensitatem, dum in glaciem verteretur, dilatatæ tribuendum est. Hoc argumentum idem fere est, atque aliud, quod paulo ante exposuimus; quare simili ratione est solvendum.*

183. *Respondeo: Hujusce phænomenon non frigoris, aut aquæ, sed latentis intra aquam aeris effectum esse.* Pri-

(a) *Mariotte de nat. aeris p.* 135.
(b) *Hist. de l' Acad.* 1667. *p.* 13.

Primo enim si in aqua ab aere expurgata periculum fiat; neque tubi, aut cætera vasa hermetice clausa diffinduntur, neque aqua in glaciem concrescens in majus distenditur volumen. Intra aquam usualem innumeræ pene & insensibiles aeris bullæ delitescunt: ejusmodi bullæ nimium compressæ, a subsidentibus aquæ (dum in glaciem vertitur) particulis magna ex parte liberæ, aliæ ad alias confluunt, & sensibilis, majorisque voluminis bullas efficiunt, ut facile est in aqua in glaciem versa observare. Insensibiles hujusmodi particulæ dum in eundem confluunt locum, & arcte utrimque comprimuntur, ea elaterii virtute donantur, qua objectos tuberum parietes, velut carcerem diffringant; ut majorem & libertatem, & extensionem acquirant.

184. *Expositæ causæ referendum est, quod aqua concreta majus semper occupet spatium, quam si iterum solvatur: ut videre est in phiala in longum collum desinente; si aqua ad notatam in collo altitudinem impleatur; postea vero vehementi aeris frigori exposita vertatur in glaciem. Hinc glacies ex aqua non expurgata concrescens est aqua ipsa levior: si ab aqua ab aere expurgata efformetur; erit gravior, quam aqua; cum ad minus volumen extendatur; fitque proinde densior. Porro eam aliquando elaterii intensitatem sortiantur latentes in glacie aeris bullæ, ut vel durissima vasa diffringant.*

185. *Sequens etiam experimentum, alii jam superius relato simile, hucusque dictis non opponitur. Intra stagnantem aquam frigidam vitreum vas frigida etiam aqua plenum immitte, & intra vas thermometrum, aptum scilicet ad explorandum frigus instrumentum: cum ad frigoris gradum circumfusæ aquæ proportionatum liquor in thermometro subsederit, accensos carbones intra stagnantem aquam conjice: liquorem in thermometro statim descendere deprehendes (a), manifestum frigoris effectum, & indicium. Respondeo: Prius calescit, rarescit, & ampliatur tubus, quam hydrargirum intra illum contentum: quandiu igitur non satis caluerit hydrargirum, illud magis descendere necesse est.*

LE-

(a) *Mem. de l'Acad.* 1700. *p.* 119.

LECTIO V.

De Caloris, & Frigoris criterio seu mensura, hoc est

De Thermometris eorumque usu.

186. Cum ignis & calor universale fere sit principium, a quo materialia corporum phænomena, effectus, vicissitudo peraguntur: multiplexque caloris gradus pro corporum varietate requiratur, ut ipsa aut conserventur, aut mutentur, propriasque functiones edant; pronum inde fuit certam aliquam mensuram quærere, secundum quam ignis & caloris statui posset intensitas, & gradus. Virium caussæ mensura est illius effectus: cum igitur inter caloris effecta primum habeat locum, & dimensionis sit capax corporum raritas; in id tandem cogitando deventum est, ut vitrei instrumenti ope liquoris in illo infusi raritas, raritatis gradus, & consequenter caloris intensitas dimetiretur. Utile hoc Physicæ caput, cujus communissimus est usus, breviter saltem exponendum est.

DEFINITIO.

187. *Corporis densitas est* duplex: *absoluta*, & *relativa*: prima est *perfecta plenitudo materiæ*, hoc est, cum corpus sub proprio volumine tantam habet materiam, quantam habere potest. *Densitas relativa est copiosior materiæ quantitas, sub æquali spatio*: hoc modo densum *relativum*, seu densius est corpus illud, quod sub æquali volumine, & spatio copiosiorem, quam aliud, quocum confertur, habet materiam. Cum materiam, seu massam dico, eam solummodo intelligo, quæ est propria ipsius corporis: alio enim sensu omnia corpora sunt aque densa, si nulla admittamus disseminata vacua.

188. Cum materia, quæ in corporum poris reperitur, ad corpora ipsa non spectet, vel nulla plerumque sit, si disseminata vacuo admittamus; id corpus erit magis densum, cujus pororum summa minor fuerit: Id ex adverso erit magis rarum, cujus pororum summa major fuerit, si utriusque volumen fuerit æqua-

qua-

quale. Corporum pori pro ipsorum corporum divertate, & textura sunt & numero, & figura, & magnitudine inæquales, atque diversi: erit corpus majoribus poris donatum, quod tamen sit alio densius, cujus pori sint minores, sed plures, numero magnitudinem compensante, & excedente. E duobus etiam corporibus id erit aliquando rarius, quod majores habeat poros. Ad corporum raritatem, & densitatem nihil refert, sint necne vacui corporis pori.

DEFINITIO.

189. Corporum raritas idem est, atque pororum summa sub dato volumine. Corpus igitur quodcumque est alio rarius; si sub æqualibus voluminibus majorem pororum summam habeat, quam secundum. Raritas idcirco major alicujus corporis est minor illius densitas relativa, seu minor pororum summa. Raritas perfecta, seu summa, est impossibilis; esset corpus sine materia. Corpus dicitur condensari, cum eadem in ipso manente materia, ad minus volumen redigitur. Dicitur vero rarefieri, cum ad majus volumen distenditur, quin nova illi accedat ejusdem generis materia: liceat hoc per materiam externam in corpus ingressam peragatur.

PROPOSITIO XV.

190. *Rarefiunt corpora per majorem pororum ampliationem, aut numerum, aut utrumque simul: condensantur per eorumdem pororum contractionem, obstructionem, aut utrumque.*

Corpus enim vero quodcumque datum v. gr. digitus cubicus auri, cujus pori numero, aut capacitate, aut utroque simul de capite augeantur, proculdubio rarescit: cum aucto ejus volumine propria non augeatur materia. Id vero eatenus fere semper fit, quatenus circumstantium corporum particulæ, & subtilia ramenta in corpus agunt, illius poros ingrediuntur, hinc inde diducunt, & dilatant, vel novas sibi per medium ipsum corpus aperiunt vias. Quod si hujusmodi particulæ extensæ, sese ab iis carceribus liberent, & poros egrediantur, quin aliæ in earum locum succedant; rarefacti corporis partes, extremitates, &

po-

pororum ipsorum parietes in evacuatos jam poros proprio pondere relabuntur; contrahuntur, vel minuuntur ipsa foramina; subsidunt partes, & diducti modo parietes alii in alios recumbunt, totumque corpus evadit densius. Hoc autem pacto rarescere, aut condensari corpora, nullus inficiatur: rem praeterea docet experientia. Notissimum est, corpus igni admotum, & ab actione ignis incalescens sensim dilatari: ejus poros ab igneis particulis impetu huc illuc immissis recludi, totumque deinde corpus in majus volumen extendi: circumstantium etiam corporum, aut aeris humor effectus producit non dissimiles.

191. Corpora elastica ab externa caussa compressa, aut diducta, cum sibi ipsis postea relicta ex elaterii viribus restituantur: ob easdem etiam vires rarescunt, aut addensantur. In reliquis corporibus, potissimum vero in omnibus fluidis, cum rarescunt, aut condensantur, argumentum id est effectus, & mensura aucti, aut imminuti caloris. Liquores intra vitreos tubos contenti ab ea una caussa dilatantur. In thermometri inventionem sponte haec mentem deduxerunt.

§.

DE THERMOMETRIS.

192. Quoniam frigore densantur corpora, fluida potissimum, & imprimis aer, calore autem expanduntur; neque tactus ope dignosci exacte potest, ad quos frigoris, & caloris gradus corpora ascenderint; Instrumenta aliqua meditati sunt philosophi, quibus citra erroris periculum caloris, & frigoris decrementum, & intensionis gradus dignoscere facile possent, & ea in humanos usus convertere. Ipsa vero instrumenta ex peculiari, ad quem serviunt, fine *Thermometra*, seu *Thermoscopia* nuncupantur. Sunt ea multiplicis generis, & formae, & perfectionis etiam variae, pro diverso eorum, qui ea invenere, ingenio, & indole. Quae enim sunt primo inventa, ut humanarum rerum fert conditio, & pluribus erroribus obnoxia, & prorsus inutilia esse usus comprobavit. Sunt igitur *Thermometra* apta ad caloris, & fri-

frigoris gradum, incrementum, & intensionem dignoscendum instrumenta.

THERMOMETRUM DREBBELIANUM.

193. Cum aer omnium corporum facillime ob mutatum calorem rarescat, sitque continuis raritatis, & densitatis variationibus maxime obnoxius; ut ille dignoscendo caloris, & frigoris discrimini inserviret, sequens Thermometrum excogitavit *Drebbelius*: Sit tubus vitreus ABC superne in sphæram vitream cavam desinens (fig. 24.) deorsum autem in A apertus, & in vas item apertum A, in quo fluidum aliquod exiftat, immittatur. Anthliæ pneumaticæ ope aliquid aeris ab sphæra C prius extrahatur: tum fiat, ut liquor stagnans A aliquantulum per AB ad B v.g. ascendat, ad eamque altitudinem sistat: quamprimum igitur augeatur calor, illico internus aer, in sphæra C inclusus, incalescens dilatabitur; cum autem dilatari non possit, quin per tubum CB deorsum extendatur, fluidumque deprimat; ab eo tubo liquorem versus A detrudit, & eo magis descendere cogit, quo major fuerit calor, & consequenter interni aeris rarefactio. Si igitur in tubo CB notetur punctum, ad quod descendit liquor intensissimo æstatis calore, vel intra ebullientem aquam immissus; aliudque insuper punctum notes, ad quod intra glaciem ascendit liquor; maximi caloris, & frigoris habebis indices: spatium inter utramque notam medium in æquales partes divisum caloris, aut frigoris monstrabit gradus.

194. Hujusmodi thermometrum multiplici de capite rejicitur tamquam inutile: primo enim etiam liquor in vase aperto A calore dilatatur, & per tubum ascendit, aeremque impedit, ne in tubo secundum caloris gradus rarefiat. 2. Vario etiam atmosphæræ ponderi, & inconstanti gravitati subest fluidum A, unde multoties fiet, ut aer C maximo afficiatur calore, & rarescere, & deorsum nitatur extendi, cum atmosphæræ pondus sensibiliter auctum liquorem per tubum AB magnopere urgeat, & actionem aeris insigniter impediat: unde etiam minorem, quam reapse sit, caloris gradum monstrabit. Pluribus

bus aliis capitibus, quæ prætermitto, descriptum modo thermometrum merito rejicitur.

THERMOMETRUM FLORENTINUM.

195. Academici Florentini, perspectis, quæ modo retulimus, prioris thermometri vitiis, aliud excogitarunt, illo quidem longe perfectius, suis tamen defectibus obnoxium. Spæræ vitreæ A hermetice utrimque clausæ communicans tubus B committitur superiori parte apertus. In sphæram deinde & tubum usque ad quamdam altitudinem AB cælo maxime temperato rubrum spiritum vini infundunt, (qui facillime calore dilatatur, aptusque proinde est ad minimas etiam caloris mutationes indicandas). Tum vero tubum ex superiori parte C hermetice claudunt. Instrumentum ita paratum tabulæ affigunt; illudque tabulæ affixum ex puncto B incipiendo, sursum & deorsum in partes æquales dividunt, ad maximos, medios, minimos caloris & frigoris gradus indicandos. Hujusmodi divisio in charta tabulæ conglutinata, & tubo apposita notatur. Liquore ad B sistente, temperatus est calor: si deorsum contractus descendit, imminuti caloris, & frigoris aucti indicium est: contra vero si sursum ascendat vini spiritus (fig. 25.)

196. Hoc etiam thermoscopium suos patitur defectus: 1. Enim spiritus vini, si intensum sit frigus, quale in regionibus multum septentrionalibus viget, gelascit, ut non semel in Lapponia experti sunt *Le Monier*, *Maupertuis* & alii academici (a), fitque proinde observationibus ineptus: neque enim intensius atmosphæræ frigus, & multo minus intensissima illa, quæ arte aliquando fiunt, explorari possunt. 2. Temperato solummodo dignoscendo, & dimetiendo calori inservit; nam spiritus vini omnium fluidorum facillime ebullit, fervet, & quam potest maxime rarescit; diversos igitur caloris gradus, quibus ut alii ebulliant ferventes liquores, opus est, hujus thermometri ope dignoscere, & metiri non possumus. 3. Aer in superiore tubi parte relictus frigore etiam densatur, & sursum contrahitur, calore dila-

(a) *Maupert. voyage au Nort &c.*

dilatatur, deorsum descendit, ascendentemque vini spiritum retardat, & impedit. Minus igitur, quam par erat, ut exacte caloris gradus indicarentur, liquor ascendit. Si enim pars tubi BC esset aere vacua, facilius multo spiritus vini ascenderet, & caloris gradus exactius demonstraret.

197. 4. Ipsa etiam sphæra vitrea, & tubus frigore contrahuntur, calore dilatantur, minusque proinde spiritus vini ascendit, quam si eandem semper capacitatem haberent. 5. Labente etiam tempore vini spiritus plurimum defæcatur, non parum de sua elasticitate, & liquiditate amittit, neque tam facile calore rarescit, & dilatatur.

THERMOMETRUM FARENHEITIANUM.

198. Ut hisce & aliis defectibus remedium afferatur, & instrumentum, quo fieri possit, perfectius construatur; loco spiritus vini hydrargirum adhibetur: quod in glaciem naturali frigore numquam vertitur: (artificiali enim eo jam Petroburgi perventum est, ut illud tandem gelasceret) (a). Praeterea omnium fluidorum difficillime ebullit, & fervet: estque proinde ad omnes cum frigoris, tum caloris gradus dignoscendos, & dimetiendos aptissimum. Deinde antequam in tubum infundatur, interno purgatur aere, quo omnia scatent fluida: ita purgatum facilius & frigoris, & caloris actioni, & viribus cedit. Loco sphæræ capacior cylindrus A tubo BC hermetice committitur: eo enim pacto plura thermometra confici possunt similia, & æqualia; facilius enim cylindrus cylindro, quam sphæra sphæræ construitur æqualis (fig. 26.)

199. Ratio id thermometrum construendi est hujusmodi: vitreo instrumento parato, per aperturam C in tubum & cylindrum tantum hydrargiri infunditur, quoad thermometro nive circumdato hydrargirum ad quartam tubi partem pertingat, & consistat. Ejusmodi igitur punctum B naturale frigus glaciei & nivis indicat, & numero 32 notatur. Thermometrum deinde in aquam ebullientem immittitur; pun-

(a) *Saintignon. tom. 3. pag. 352.*

punctumque v. g. D, ad quod hydrargirum elevatur, quod ea propter calorem indicat ebullientis aquæ, numero 212 notatur. Intermedium spatium DB in partes æquales 180 divisum, mediorum etiam caloris graduum scala exiſtit. Pars inferior tubi a B usque ad cylindrum in 32 æquales partes similiter dividitur, numerique naturali ordine decrescentes iis apponuntur usque ad zero, o, quæ nota eſt summi frigoris Islandiæ. Summum ergo frigus eſt, o; frigus glaciei eſt 32, calor aquæ ebullientis eſt 212, calor hydrargiri fervere incipientis eſt 600. Nonnullos cæterorum corporum caloris, aut frigoris gradus ſuperius attuli. Si accidat aliquando, ut aqua intenſo quodam frigore non gelaſcens, mitiori nonnumquam gelaſcat, id quod obſervatum jam fuiſſe affirmat *Maraldus* (a); phænomenon huculque dictis non opponitur. Neque enim congelationem ſummum naturale frigus dicimus in multiplices, & æquales partes divisa, ut creſcentis frigoris, & caloris gradus deſignentur. Unum e relatis ſupra defectibus patitur deſcriptum, ſeu emendatum hac ratione thermometrum, quod nulla hactenus induſtria vitari potuit: quod ſcilicet, & capacior cylindrus, & tubus gracilior calore amplientur, frigore contrahantur, exactamque proinde frigoris, & caloris graduum menſuram impediant. Thermometrum hoc modo conſtructum, ſeu potius emendatum *Farenheitianum* dicitur, propterea quod *Farenheitii* opera, & induſtria ad eam perfectionem ſit perductum.

200. Duo ad calcem animadvertenda ſunt: primum; ut caloris gradus exactiſſime numerari, & dignoſci poſſent, ad eos ſcalæ gradus adducendum eſſet hydrargirum, in quorum alio nullus, in alio maximus indicaretur calor: quod fieri non poteſt; cum neque hydrargirum, neque circumſtantia corpora omni privari poſſint calore. Neque etiam exploratum eſt, utrum ad maximum calorem poſſit adduci. Secundum: Duplum hydrargiri aſcenſum non eſſe dupli caloris indicium; quo enim magis rareſcat corpus, difficilius diſtenditur: dupla proinde diſtenſio pluſquam du-

(a) *Hiſt. de l' Acad.* 1722.

duplam caloris vim requirit: Qua tamen proportione id negotii fiat, ignotum est.

201. Thermometri Farenheitiani constructio divisionem graduum habet arbitrariam; neque certum habet a natura terminum, unde veram mensuram graduum caloris desumamus. Instrumenti igitur perficiendi gratia *Christin* regiæ Lugdunensis societatis socius re diligenter perpensa, pluribusque experimentis factis, thermometrum tandem illud hac ratione perfecit. Primo quidem experiendo comperit volumen hydrargiri frigore glaciei correpti esse ad volumen ejusdem in aqua ebulliente positi, ut 66, ad 67: si igitur hydrargyri volumen in priori illo statu partes habeat 6600, in secundo habebit 6700. Spatium igitur CD inter utrumque terminum in 100 partes æquales divisum gradus caloris a glacie ad ebullientis aquæ calorem demonstrat. Infra punctum C (fig.27.) æquales pariter gradus notantur; sicut etiam supra punctum D: primi quidem frigoris glacie intensioris, secundi vehementioris, quam in aqua ebulliente, caloris indices sunt. Si instrumenti capacitatem exacte exploratam habeamus; thermometrum ex noto solummodo illorum terminorum altero construi potest.

202. Missas facio plures alias thermometri species, quæ suorum auctorum nominibus distinguuntur, & passim circumferuntur. In hujusmodi instrumentis perficiendis operam præter alios impenderunt *Halley*, *Newton*, *De l'Isle*, *Prins*, *Boherave*: præcipue autem ***Amontons***, **&** ***Reaumur***. Quæ postremum hunc habent auctorem, cæteris sunt celebriora, & accuratissime constructa: eorum structuram, formam & construendi rationem lege apud auctorem ipsum, ad quem lectorem remitto (*a*).

203. Circa Thermometrorum usum unum aut alterum notandum est: si plura unius, vel diversorum authorum thermometra in eodem loco & secum ipsis conferantur; fieri potest, ut non eundem caloris gradum indicent, si thermometra ipsa sint dissimilia, inæqualia, aut diversum contineant liquorem: Alius enim

(a) *Mem. Acad.* 1730. *p.* 452.

enim alio facilius eodem calore dilatatur. Quare eodem semper, aut similibus, & æqualibus thermometris instituendæ sunt observationes.

204. Secundum: Ut aeris, seu atmosphæræ statum, & temperiem quoad calorem, & frigus dignoscas; non intra cubicula, & clausa conclavia, sed aperto sub cælo disponendum est instrumentum: intra cubicula parieti affixum, quæ intra cubiculum, non quæ atmosphæræ sit temperies, indicabit. Quod si thermometrum a cubiculo ad liberum aerem, aut vicissim transferas; quod in singulis hisce locis sit caloris, & frigoris discrimen, dignosces. Neque etiam omittendum est, thermometra ad illos non affigenda esse muros, qui ob latentem caminum, vel hujusmodi alia plus, quam externus, & liber aer, caloris habet.

205. Tertium: Ea etiam loca vitanda, quæ lucis solaris reflexioni obnoxia sunt: neque etiam ad solem exponatur thermometrum, candelæ præterea lux amoveatur; cavendum tandem ne inter observandum aut manus thermometrum, globum præcipue, contrectet, aut oris flatu illud multoties foveatur: in singulis enim hujusmodi casibus ab alia causa præter externi, & ambientis aeris calorem rarescit spiritus, & alium, ac in atmosphæra existat, caloris gradum index monstrabit.

(a

DIS-

DISSERTATIO
DE ELECRICITATE ARTIFICIALI
ET
MATERIA ELECTRICA.

206. NUllum in Physica argumentum est, quod hisce temporibus sit æque commune, atque omni fere hominum generi æque notum, familiare, parique studio cultum, ac *Electricitas*, quam modo exponendam aggredimur. Argumentum quidem, si nominis tantum rationem, aut prima rei ipsius fundamenta, atque imperfectissimam ideam spectemus, antiquum: cum vis tantilla attrahens electri veteres philosophos non prorsus latuerit: re tamen novum. Ex una enim parte nihil præter nomen Electricitatis, & vim electri, qua paleas aut levissima aliqua corpuscula circa se posita ad se attraheret, veteres agnoverunt; ex alia vero eo, quo vivimus, sæculo tot a philosophis detecta, probata, & demonstrata sunt nova, mirabilia utiliaque Electricitatis phænomena, eoque res est perducta, ut non philosophi tantum in musæis experimenta Electrica instituant, promoveant, examinent, & studiose prosequantur, verum quamplurimi etiam sint, qui privatis domibus eadem experimenta repetant. In omnibus fere conversationibus de hisce rebus sermo instituitur: hominesque sunt, qui Electrica machina sibi comparata provincias, & civitates circumeant atque in frequentioribus urbium foris pacta mercede Electrica spectacula populo exhibent, & communia experimenta vicatim etiam repetunt.

207. Ne igitur physico in opere amplissimum hoc, & celeberrimum desideretur argumentum; rem totam

qua potero claritate exponam. Methodi caussa dissertationem in duas dividam partes. In prima quid *Electricitatis*, & *Materiæ Electricæ* nomine intelligamus, hujusce studii progressum, & præcipua omnia experimenta, phænomena, & proprietates, quas hactenus in re præsenti agnoscimus, in medium afferemus. In secunda autem quid circa eorumdem effectuum causam tenendum sit, aut Philosophi hactenus cogitaverint, exponemus, totiusque rei theoriam in compendium redigemus, & phænomena secundum ejusdem theoriæ principia explicabimus.

PARS PRIMA.

De Electricitatis, & materiæ Electricæ notione, Phænomenis, & Proprietatibus.

DEFINITIO.

208. *Materiæ Electricæ* nomine intelligimus subtilissimam quamdam, fluidissimam, atque mobilissimam materiam, quæ producit omnia phænomena, atque effectus Electricitatis, *attrahit*, *repellit*, *lucet*, *scintillat*, *calefacit*, *incendit*, *inflammat*, & *fundit* etiam corpora. Hujusmodi sunt effectus, quos multiplici experimento ab illa materia produci edifcimus, ut statim ordine prosequemur. Eamdem præterea materiam esse ubique diffusam, omniaque fere corpora facillime pervadere, ex ipsismet experimentis edocemur. Aliam nos ejus materiæ definitionem dare non possumus, nisi per effectus, & proprietates, quas cum postea evincamus, plane constabit datæ definitionis veritas.

DEFINITIO.

209. *Electricitas* duo potissimum significat, effectus nimirum, & actiones materiæ seu virtutis electricæ, & vim ipsam, qua corpora electrificata, seu materia electrica prædictos effectus producit. Qui sint hujusmodi effectus, modo recensuimus, & inferius demonstrabimus. Electricitas in posteriori sensu est communis illa plurimorum corporum proprietas, status, atque virtus, qua ipsa corpora, certa quadam præpa-

paratione præmissa, omnes relatos effectus producunt. Electrificare igitur corpora, liceat in re nova voces etiam cudere novas, est *materiam electricam corporibus communicare, aut in iis excitare*, seu corpora ad eum statum adducere, quo Electricitatis phænomena edere possint. Habes quid nominis sit propositum nobis argumentum. Quid illud rei sit, quove pacto illa hactenus fuerit promota, deinceps aggrediamur.

ANNOTATIO HISTORICA.

210. Ambarum, Succinum, seu Electrum *minuta aliqua & levia corpuscula v. g. paleas, pennas & alia similia ad se attrahere, & a se repellere, veteres agnoverunt, eamque vim a græco vocabulo* ἤλεκτρον *Electricitatem nuncuparunt. Unus ille erat effectus, quem hujusmodi vi tribuerent antiqui, eoque nomine significarent, & cum rem ipsam curiosius non indagarent, neque experimentis promoverent, non modo reliquos omnes Electricitatis effectus ignorarunt, sed ipsos etiam latuit, hujusmodi virtutem aliis ab electro inesse, aut communicari corporibus. Per plurima sæcula mirabilis hæc Physicæ pars jacuit inculta. Nonnihil Fracastorum de illa attrahendi proprietate in electro attigisse lego; parum tamen progressus eam aliis reliquit colendam. Primus rem hanc sub elapsi proxime sæculi initium docte, & diligenter aggressus fuit Gilbertus, Medicus Anglus, & Philosophus, ut illa erant tempora, illustris. Argumentum sedulo tractando, quam plurima, ab eo detecta, antea penitus ignota. Plurimis diversi generis corporibus examinatis, invenit, non modo* ambarum, succinum, & electrum, *sed quamplurima alia electricitate, seu vi minuta corpora attrahendi esse prædita, nominatim vero illam animadvertit in* adamantibus, & *omnibus fere aliis gemmis*, talco, gummi, arsenico, sulphure, resina. *Dum hæc omnia scrupulose observabat, duo animadvertit, prædicta corpora non tantum paleas, aut plumas, ut de* Ambaro, *seu* Electro *crediderant antiqui verum etiam omnia alia corpora levia iis admota attrahere: Corpora deinde electrica, in quibus nimirum vim attrahendi deprehenderat, non æqualem semper, atque constantem vim habere. Eoque tandem tentando, & observando venit, ut co-*

cognosceret corpora electrica, in quibus factum fuerat periculum, frictione opus habere, ut vim suam atque effectus electricos producerent: intensiorem esse eorundem corporum virtutem, quo ipsa magis essent sicca (a) Prima haec erant, atque rudissima electricitatis fundamenta.

211. *Post Gilbertum vixit, & floruit Des-Cartes. Ab homine naturalium scientiarum instauratore, mirum esset, hoc etiam argumentum non fuisse attactum. Mirabilius tamen, eas ab illo tradi electricitatis proprietates, effectus, & explicationes, quae aetate nostra illustrem aliis peperere gloriam. Vitrum esse maxime electricum: ab hac materia levia corpuscula attrahi, & repelli: ab igne elementari illam non distingui: influentem, & effluentem materiam hac in re intervenire, non obscurae sunt Cartesii sententiae (b). Plurimis a Cartesio elapsis annis, Otto Guerike Consul Magdeburgi, Robertus Boyle, Honoratus Fabry rem electricam felicius promovere. Quatuor imprimis Guerikio debemus, quae ad consequentia deinde inventa stravere etiam. 1. Sulphureum globum paravit, eoque frictione excitato atque revoluto, prima machinae electricae fundamenta posuit. 2. Hujusmodi globo praeter alia observavit corpora electrificata non tantum attrahere, sed etiam repellere: corpusculum a globo attractum, post contactum repelli, & si dum repellitur, in corpus non electricum impingit, iterum ad globum attrahi. 3. Globum electrificatum, axi ad horizontem perpendiculari, per cameram deferebat, qui quidem globus leve corpusculum in aere sustinens una secum circumducebat. 4. Dum tandem experiendi gratia diversa corpora globo admovebat, id etiam comperit, vim electricam a globo per corpus ipsi admotum ad ulnae distantiam transmitti.*

212. *Eodem ferme tempore* Boyle *potissimum assiduitate, labore, ingenio compertum est,* primo, *corpora non qualicumque calore electrificari, sed frictione, seu calore ex frictione genito.* Secundo, *Corpus jam ab igne calidum longe facilius, atque efficacius electricum fie-*

(a) *Transact. Philos. ad ann.* 1767. *vol.* 57.
(b) *Principior. par.* 4. *n.*24. *ad* 33. *n.* 84. 85.

fieri, vimque electricam in illo excitari, quam si frigidum fricetur. Tertio, vim Electricam etiam in vacuo conservari, suosque illic effectus edere. Quarto *denique vim electricam ab aliis ad alia corpora transmitti, ac communicari, & corpora vim illam ita accipientia etiam attrahere, repellere &c.* (a)

213. *Florentinis etiam Academicis aliqua debemus experimenta. Compertum ab iis fuit ambarum pariter attrahere, & attrahi, repellere & repelli, mutuasque proinde esse electricorum corporum actiones & effectus: ab eodem ambaro trahi fumum, non tamen flammam: ejus virtutem a frigore non destrui; omnesque tandem liquores ab ambaro attrahi.*

214. *Phænomena hucusque relata a tempore* Roberti Boyle, *ab annis scilicet* 80. *& amplius, Physicis omnibus erant nota: electricitatis tamen studium extra privata eorum musæa non producebatur, dicique illa possunt prima Electricitatis fundamenta, atque Epocha. Multo post tempore eidem studio operam dedit* Hauksbee, *Londinensis Socius, antiqua experimenta, & nota phænomena iterum, & diligentissime quidem examinavit, in bene multis correxit, quamplurima antea penitus ignota observavit, & totum hoc argumentum mirum in modum promovit. Anno* 1709. *tractatum de Electricitate edidit, in quo plurima amœnissima, & ingeniosa experimenta a se ipso instituta proposuit, quibus de re Physica bene meretur. Post Hauksbeum magno animorum ardore eadem experimenta instituerunt quamplurimi Philosophi, imprimis vero* Gray *Londini* (b), *Parisiis & alibi* Du-Fay (c), Weler, Nollet, le Monier, Muschembroek, Gordon, Boze, le Roy, *& innumeri fere alii, qui per omnem fere Europam maximo studio rebus Electricis operam navant.*

215. *Hujusce animorum contentionis, & ardoris caussa fuit detecta demum rei ipsius utilitas, necessitas, amplitudo. Materia electrica, quæ primo curiositatis, & oblectamenti existimabatur argumentum, utile postea inventum est, & sæpe etiam necessarium. In vegetantium*

(a) *Boyle de Mechanica Electricitatis productione.*
(b) *Transact. Philosoph. n.* 366. 417. *&c.*
(c) *Mem. de l'Acad. Royale an.* 1734. 1737.

tium nutritionem, in animalium œconomiam, in morbos, & valetudinem, in omnia atmosphæræ phænomena agit materia electrica. Ut postremum hoc caput, naturalem scilicet electricitatem in Aerometria, & Geographia Physica fuse tractatum, modo omittamus; electrica materia, & electrificatio nutritionem, & vegetationem promovet. Rem experimentis confirmarunt Jallabert, & Nollet: primus varia narcissi, & jacinthi cæpe diversis vasis vitreis aqua plenis, ut moris est, immisit: & cum germinarent jam omnia, essentque & vasa, & aquæ, & germina, cæteraque prorsus paria; aquam in aliquibus ex hisce vasis contentam medio filo metallico electrificabat. Cum hoc unum in vasis. aqua, germinibus, floribus tractandis fuerit discrimen, id unum satis fuit ut electrificata cæpe, germina, flores citius, uberius, felicius provenirent. Parem habuit exitum Nollet: experimentum in Sinapi seminibus institutum. Gemina e seminibus per aliquot dies sæpe electrificatis provenientia 16. lineas erant longa, cum 3 tantum, aut 4 lineas alia differenderentur.

216. *Quod morbos, & valetudinem attinet, tentatum sæpe, & diu desideratum problema, solvit tandem Jallabert deinde vero Sauvages, & alii. Genevensis quidam clavium faber, cognomine Noques, 52. annos natus, a longo jam tempore dextrum brachium paralysi correptum habebat. Hominem tentaminis gratia a die 26. Decembris ad totum februarium in dies fere singulos per dimidiam horam electrificavit Jallabert. Intra id tempus sanitas homini fuit adeo restituta, ut ferream subscudem longam, magnique ponderis ab uno extremo arreptam manu dextra elevaret: similia multa Montipessulani pari exitu peregit Sauvages (a), & in Anglia Eduardus Spry: adeo ut materiam electricam aptum paralisis remedium esse dubitare amplius non possimus.*

217. *Peculiari inter cæteros commendatione dignus est* Benjamin Franklin, *qui Philadelphiæ in America omnium hactenus industriam superavit. Plurima nova atque mirabilia invenit, præcipue vero maximam analogiam inter materiam Electricam, & materiam fulmi-*

(a) *l'Eletricisme du P. Pavlian pag. XLV. &c.*

minum, aliorumque metheoron igneorum, quorum natura, causæ, origo, & phænomena ex aliis principiis hactenus petebantur. Cum nova hinc in Physicam, & causas naturales hominibus plerumque noxias lux oriretur, eaque propter Electricitatis studium non jam ab hominibus existimaretur tamquam & pura naturæ contemplatio, philosophis digna, humanæ societati infructifera, atque inutilis, sed ab omnibus tandem hominum ordinibus tanquam argumentum humanæ societati utile; mirum est quonam ardore Frankliniana experimenta, & nova inventa in Europa etiam instituerint, & rem ulterius promovere studuerint Parisiis quidem Buffon, Lor, Dalivard, Italiæ P. Beccaria (de hisce rebus optime meritus) & alibi alii quamplurimi, quibus etiamnum hæc studia insigniter promoventur.

218. *Ex materiæ Electricæ proprietatibus, phænomenis, atque effectibus, quos modo agnoscimus, plurima quidem casui fortuito, ut plerumque fit, multa etiam Physicorum industriæ, & solertiæ debemus. Materiam Electricam esse verum ignem, aut saltem effectus ignis producere, perinde etiam agere, ac materia fulminis, ad primum ordinem pertinent: quomodo autem hujusmodi virtus excitetur, quo pacto transmittatur, atque communicetur, intendatur, remittatur, & destruatur, quæ corpora sint Electrica, quæ hujusmodi virtute careant, & alia ejusdem generis multa ad secundam classem spectant.*

219. *Postquam philosophis innotuit, vim Electricam in corporibus frictione excitari, contactu communicari, & communicatam transmitti; facile fuit, eam invenire, & construere machinam, qua maximo laboris atque temporis compendio corpora fricarentur, iisque alia adjungerentur, quibus vim electricam transmittere possemus. Physici primo ad experimenta Electrica instituenda vitreum tubum adhibebant, cujus longitudo erat trium circiter pedum, diameter unius pollicis cum dimidio, crassitudo duarum fere linearum: eumque manu bene sicca secundum longitudinem fricabant. Laboris & molestiæ vitandæ, & temporis compendii causa in locum vitrei tubi manu tractandi globum cavum vitreum, aut capaciorem alium ejusdem materiæ tubum, ope machinæ velociter circumvolvendum adhibuerunt, cujus æquatori manus applicantur. Diameter globi est unius circiter pedis, crassitudo vitri duarum fere linea-*

nearum, seu unius cum dimidia. Totam machinam (fig. 28.) repræsentat: ejus partes, & dispositio multiplici ratione variantur. E G est globus vitreus concavus, unius circiter pedis diametri (licet hæc magnitudo variari possit): supra axem & polos facillime volvi debet. Illius loco adhibetur etiam ejusdem materiæ cylindrus. Vitrum aliis materiis præfertur; quia experientia probante, facillime & efficacissime omnium corporum frictione electrificatur. Frictio ad vim excitandam optima, fit manibus in parte E, quæ & aridæ sint oportet, & secundum palmas globo velociter convoluto supra æquatorem applicari debent, ut cum illo congruant. Cætera quæ ad machinam & multiplicem illius dispositionem, partes, partiumque munera, effectus, rationem spectant, ordine dabimus. Prius tamen animadverto, experimenta, quæ afferam, desumpta potissimum esse ex D. Franklin, Gray, le Roy, Hauksbee, du Fay, le Monier, Nollet, Beccaria, Muschembroek, & Parisiensibus Academicis, quos jam nominavi: eaque omnia videri ab omnibus facile possunt in actis Academicis, & in peculiaribus operibus, litteris, tractatibus, aut dissertationibus a citatis modo Auctoribus in lucem editis.

§.

Simpliciora Electricitatis phœnomena, & observationes.

220. Non melius nos rerum Electricarum ideam tyroni philosopho dabimus, quam si phænomena ipsa gradatim, eoque ordine proponamus, quem Philosophi in tentaminibus suis, atque experimentis instituendis, natura, & ratione ducibus, tenuere. Prius scilicet faciliora illa tentamina, experimenta, atque phænomena proponendo, quæ humanæ menti veritatem quærenti viam sensim sternerent ad altiora. Hoc pacto occurrerent: non solum *vim Electricam* ejusque proprietates, atque phænomena edifcemus, quod caput est, verum etiam ipsommet humanæ mentis in rebus hisce inveniendis progressum animadvertemus.

221. Primo cum non tantum Electrum, sed aliqua alia corpora vim electricam habere animadversum fuit;

fuit; in animum subiit in omnibus corporibus periculum facere, ut quæ tandem corpora hujusmodi proprietatem haberent, exploraretur. Corporibus igitur aliis & aliis paullatim ad periculum adductis, manuque, aut alia ratione affrictis, compertum est, 1. aliqua esse corpora, pauca illa quidem, quæ effectus electricos attractionis citra ullam frictionem ederent: cujusmodi est *Electrum*, *Ambarum*, *Succinum*: quæ tria licet ab aliquibus confundantur, sunt tamen natura diversa. Ex prima hac observatione, quæ antiquissima est, duo præter alia per sese inferuntur: Primum, *vim Electricam naturalem, prout vim attrahendi corpora significat, reapse existere in natura*: Secundum, *frictionem corporis non esse per sese & prorsus necessariam ad vim electricam, ejusque effectus (aliquos saltem) excitandos, & producendos: & aliqua simul esse corpora, quæ citra ullam hominum artem, & industriam sunt electrica*.

222. 2. Alia corpora frictionis capacia (si pauca mox indicanda excipiamus) esse electrica, vim tamen, & phænomena electricitatis non edere, nisi fricentur. Hujusmodi nominatim sunt omnes pretiosi lapides, *Adamantes*, *Carbunculi*, *Saphyri &c. Vitrum*, *Chrystallus*, corpora omnia in vitrum aliquo modo versa, *Malthæ* vitreæ, omnia *balsama*, *resinæ*, *pices*, *gummi*, *cera*, bitumina, *sulphur*, *gagates*, *asphaltes*, *filum sericum*, animalium *pennæ*, *crines*, *lana*, *capilli* & omnium animalium *pili* &c. hæc, inquam, & plura alia corpora electrica esse deprehenduntur, eam tamen virtutem solum post frictionem exerunt.

223. 3. Aliqua sunt corpora, quæ neque indole, atque ingenio suo, neque calore, & frictione excitata, & tractata electricitatem aliquam edunt: eaque sunt omnia *metalla* tam perfecta, quam imperfecta, & omnia fere mineralia v. gr. *Jaspis*, *marmor*, *magnes*, *agatha*, *ardosia*, *saxa*, *antimonium*, *zincum*, *Aqua*, & omnes alii liquores frictioni impares: omnia *animantia*, præcipuæque illorum productiones, aut partes, puta, *ossa*, *dentes*, *coria*, *pergamenum*, *ebur*, *cornua*, *squammæ*, *conchilia*; omnes denique *plantæ* viventes, & plurima ab iis provenientia, qualia sunt *papyrus*, *tela*, *filum*, *chordæ*, & alia hujusmodi, quæ omnia quantumvis calescant, & fricentur, aut nullum

lum omnino (quod communius est) aut vix sensibile electricitatis indicium edunt.

224. 4. Hæc tamen corpora, quæ nullam calefactione, aut frictione electricitatem acquirunt, aut illius indicia, effectusque edunt, ab aliis corporibus, quæ frictione electrificantur, vim etiam electricitatis accipiunt, illamque in alia corpora transmittunt, si illis, dum fricantur, sint contigua.

225 5. In corporibus citra ullam frictionem electricis hæc duo observantur; 1. eorum vim atque effectus, quandiu frictione, aut calefactione non excitantur, esse debilissimos; cum ad levissimas solum paleas, & alia similia attrahendum extendantur: 2. facile tamen eorum electricitatem excitari, intendi, & insignia edere phænomena, si accedat frictio.

COROLLARIUM.

226. Corpora igitur omnia ad Electricitatem relata in duplici ordine & classe ponenda sunt: imo & duplex distinguenda est electricitas; alia quidem *Naturalis*, *artificialis* verò altera: primam illa habent corpora *ambarum*, *electrum*, *sulphur* vitreo poculo fusum, quæ paleas, & levia alia corpuscula attrahunt citra ullam frictionem, præparationem, & artem. Secunda iis competit corporibus, quæ frictione, hoc est, arte electricitatem acquirunt, & supra fuerunt relata. E corporibus similiter alia sunt *natura*, & *origine electrica*, alia *arte* solum *electrica*, alia denique non *electrica*.

227. Ex iis constat, frictionem, calefactionem, aut electricorum corporum contactum non esse necessaria ad electricitatem; cum in corporibus origine electricis virtus hujusmodi exeratur, quin eorum aliquod præcedat.

228. Quoniam tamen vis hæc electrica naturalis, & effectus ab illa editi sunt tenuissimi, & nullius fere momenti, aliaque ex parte corpora origine electrica intensissimam virtutem frictione, seu arte acquirunt; hinc inter corpora *arte electrica* merito numerantur: ac proinde corpora omnia in *electrica*, & *non electrica* distinguimus. Prima sunt illa, in quibus electricitas frictione, aut calore excitatur, producitur, aut intenditur, cujusmodi sunt omnia origi-

gi-

gine, aut arte, aut utroque de capite electrica. Corpora *non electrica* illa sunt, in quibus prædicta ratione electricitas non excitatur, producitur, aut intenditur, quæ superius recensuimus. Atque hæc est receptissima corporum divisio, quod ad electricitatem spectat. Corpora *non electrica* non perinde intelligenda sunt, quasi nullo modo electricitatem habere possint; sed quatenus solummodo consueta methodo, & ratione illam non acquirant: aliunde enim experimentis demonstrabimus, quod hæc eadem sint communicatione maxime electrica. Sed claritatis, & distinctionis gratia recepta vocabula teneamus.

229. Aliud etiam deprehensum est inter corpora electrica & non electrica discrimen, quod scilicet corpora origine electrica frictione electricitatem excitent, ab aliis tamen excitatam non accipiant in sese, neque transmittant: si v. gr. globo vitreo circumvoluto atque electrificato corpus aliud origine etiam electricum admoveas, & ad contactum adducas; secundum hoc corpus materiam electricam a globo in se non accipit, neque in alia transmittit: corpora autem origine *non electrica* electricitatem quidem non excitant, ab aliis tamen excitatam facile recipiunt, & ad alia corpora transmittunt. Et hinc, si corpus non electricum sit ab electricis omni ex parte circumdatum, tangatque volventem globum, atque electrificatum; materiam electricam in sese colligit, & servat. Cum aer siccus sit corpus origine electricum; omnia corpora v. gr. nubes aere suspensæ, & undequaque circumdatæ electricitatem, si quam habeant, servant, novam etiam accipere possunt, atque collectam servare. Si tamen aer sit pluvius, aut humidus; ad corpora non electrica ab electricis separandum aptus non est. Ex hac aeris proprietate, & materiæ electricæ indole fulgurum, & fulminum phænomena, naturam, & effectus in loco deduximus.

§.

230. Corporibus jam in *Electrica* & *non electrica* distinctis, dubitatio facile suborta est, essent necne priora corpora æqualiter electrica? Re experimentis probata, compertum est, innumeros esse in iis cor-

po-

poribus electricitatis & virium intensionis gradus, imo Electricitatem in diversis corporibus gradatim fere, & ordine decrescere usque ad corpora *non electrica*, in quibus nulla est hujusmodi virtus. Quodnam inter cætera corpora sit magis electricum, definire adhuc non possumus: indubium est, *adamantes*, *gemmas*, *vitrum*, *crystallum* inter priora locum habere.

231. Et hinc globus vitreus machinis electricis adhibetur, cum vitrum inter corpora maxime electrica numeretur, nulloque negotio ex hujusmodi materia globi, cylindri, aut alia cujuscumque magnitudinis, & figuræ corpora parentur: quod ex gemmis, aut adamantibus fieri nullo modo posset.

232. Tentando igitur ad id paullatim deventum est, ut & vitrum ad vim electricam excitandam aliis omnibus materiis præferremus, & in globum conformaremus, qui ope machinæ circa proprium axem convolvi facile posset. Frictione enim opus esse, tentando compertum fuerat: & prius quidem nuda manu, ut dixi, citra ullam machinam cylindrus vitreus excitandæ electricitatis gratia perfricabatur: cum tamen id & esset per se incommodum, & ad vim excitandam non satis efficax medium existeret; facile fuit machinam excogitare, atque construere, qua vitreo globo velocissime convoluto magna obtineretur frictio.

EXPERIMENTUM I.

233. 1. Licet hactenus ignoremus, quodnam ex electricis corporibus intensiorem vim frictione acquirat; constat tamen vitrum facilius, citiusque electrificari, quam cætera omnia corpora, dummodo reliqua sint paria.

234. 2. Experimentis compertum est, & millies confirmatum, duo præcipue esse virtutis electricæ, ejusque effectuum impedimenta, quibus stantibus, quantumvis corpora electrica fricemus, vis hujusmodi non excitatur, & antea jam excitata destruitur, seu dissipatur: ea proinde in experimentis electricis instituendis, & feliciter prosequendis sedulo cavenda sunt. Primum est *humor*. Si corpora nimirum electrica sint humida, quantumvis frictionem prosequamur;

aut

aut nulla, aut tenuissima solummodo virtus excitatur. Et cum corpora ab ambiente aere pro ejus temperiei & status ratione maxime afficiatur, si experimenta pluvio cælo, humido aere, aut vento etiam non satis sicco spirante, capimus; inutiliter tentantur, & in feliciter succedunt omnia. Contra vero sereno cælo, arido fluente vento, & sicco aere circumstante, res optime vertunt, eoque felicius procedunt, quo, cæteris paribus, major & in fricandis corporibus, & in ambiente aere siccitas fuerit. Similiter si corporum frictione præcedente, intensa jam virtute excitata, globum sufflando, aut quacumque alia ratione humectes; excitata virtus, ejusque effectus illico cessabunt. Huic causæ referendum est, quod intensissimis æstatis caloribus infeliciter procedant tentata hujusmodi experimenta; cum intensi calores copiosos vapores e corporibus elevent, iisque aerem humectent. Non obscurum hoc indicium esse existimo, materiam electricam idem cum elementari igne existere. Utrumque extinguitur aqua, siccitate accenditur, & servatur. Hinc etiam est, 1. quod eo facilius, & efficacius excitabitur electricitas, quo sicciora sint corpora; ad ignem idcirco admoventur, ut omnis humor exhaletur. 2. Nihilo melius corporum frictio peragitur, quam manibus humanis bene aridis, aut exsiccato folio chartæ armatis, qua scilicet & frictio peragitur, & omnis exsugitur humor.

235. 3. Alterum Electricæ virtutis impedimentum est ignis: si flamma candelæ, aut carbone accenso, ferro rubescenti, & aliis hujusmodi globum jam electricum tangas, aut illa globo proxime admoveas; tota illico excitata jam virtus dissipatur. Aliqua hic esse videtur inter vim electricam, atque magneticam analogia; cum utraque igne destrui videatur. Res tamen in electricitate eo mirabilior esse potest, quod hæc materia aliud ab Elementari Igne esse non videtur. De eo tamen inferius erit dicendi locus: interim notasse sufficiat, flammam, res quantumvis levissima, ab electricis corporibus non attrahi.

EXPERIMENTUM II.

236. 1. Globus vitreus supra descriptus circa axem velociter revolutus & aridas manuum palmas ejus

æqua-

æquatorem prementes fricans intra breviſſimum tempus electricitatis indicia, & effectus edit; levia corpuſcula ad diſtantiam uſque trium pedum attrahit, aut repellit; quæ tamen diſtantia, ſicut etiam motuum vivacitas varia eſt pro diverſo & globi, & aeris, & fricantis corporis ſtatu. Quamdiu durat globi circumvolutio, & frictio, durat etiam electricitas.

237. 2. Si interim faciem globo comminus admoveamus; leviſſimæ materiæ e globo emanantis ſenſum percipimus; quaſi ſcilicet delicatiſſimum velum in faciei ſuperficiem caderet, eamque tangeret. Utrumque hoc obſervatur phænomenon, quandiu volventis globi frictio perſeverat: ea ceſſante, paullatim etiam obſervata hæc phænomena, hoc eſt, electricitas langueſcit, minuitur, & evaneſcit.

238. 3. Globo prædicta ratione revolvente vis electrica, & relata modo phænomena ſemper perſeverant, quamvis unum, aut plura corpora electrica globum quacumque ex parte tangant. Quod ſi globus electricus a corpore aliquo non electrico tangatur, puta ab aliquo metallo, homine, vegetabili quocumque &c. tota virtus illico deſtruitur, ſi corpus iſtud non electricum cum terra communicet.

PROPOSITIO XIX.

239. *Materia, ſeu virtus Electrica eſt verum Corpus.*

Cum mihi ipſi ſtatuerim materiæ Electricæ proprietates ab experimentis deducere & per illa tantummodo demonſtrare; illo ordine theoremata proponemus, quibus probandis experimenta præmiſerimus. Iiſdem experimentis non modo Electricitatem in natura exiſtere evincitur, ſed definitionis etiam ſuperius datæ veritas oſtenditur; cum ex iis omnia illa phænomena, & proprietates in materia electrica demonſtrentur, quibus illam definivimus. Dubitari ſolum aliquo modo poſſet, eſſet nec ne electricitas verum corpus: aſſertam igitur veritatem probemus.

240. Propoſitio ex relatis modo experimentis, & ex inferius etiam afferendis demonſtratur. Materia electrica corpora impellit, & repellit, in faciem obſervantis tanquam ſubtile velum impingit, verumque ta-

tactus & impactionis sensum efficit: ipsamet materia seu vis electrica lucet, stridet, inflammat, in corpora violenter irrumpit, dolores vel vehementissimos creat, ut multiplici experimento statim referendo constabit: luculentissimis igitur phænomenis, effectibus, & sensuum testimoniis constat, vim electricam esse verum corpus. Ultro fatemur aliquas in hacce materia observari proprietates, quas in nullo alio corpore deprehendimus; id tamen minime obstat, quominus eam verum esse corpus statuamus, cum omnes corporum characteres in sese habeat.

241. Ad ea, quæ sequuntur, experimenta recte intelligenda, observandum est corpora *non electrica* duplici modo, quod ad rem præsentem attinet, disponi posse in machinis electricis: vel enim ita statuuntur, ut ipsa per sese, aut mediantibus solum corporibus *non electricis* terram contingant; vel ita aptantur, ut ab omni parte sola corpora *electrica* tangant. Cum hoc secundo modo disponuntur, dici possunt *separata*, propterea quod sint ab aliis corporibus *non electricis* penitus sejuncta.

242. Separari autem possunt tota machina, homo globum fricans, *conductor*, seu *catena*, & homo conductorem, catenam vel globum experiundi causa tangens; vel unum, aut aliqua solum ex iis: interimque secundum omnes separandi combinationes experimenta institui. Ratio corpora hujusmodi separandi est etiam diversa: *conductor* seu *catena*, quæ levior plerumque est, & ad magnas distantias aliquando extenditur, vel supra vitreos cylindros, vel chordas sericas, quæ electricæ sunt, sustinetur. Homines, cum ab aliis non electricis experimentorum gratia separandi sunt, supra quadratas, aut cylindricas picis, ceræ, resinæ aut sulphuris massas aliquot pollices altas sese sistunt.

DEFINITIO.

243. *Conductor* in re præsenti dicitur illud corpus *Communicatione Electricum* DB, cujus beneficio vis electrica a globo aut cylindro ad alia corpora transmittitur. Dicitur secundo conductor ille *tubus* horizonti parallelus, ex unaque parte globum fere tangens, quo vim electricam ad plurima experimenta in-

flituendum dirigimus, quin eam ad alia corpora transmittere velimus: Utrovis sensu accipiatur *conductor*, debet esse a corporibus *non electricis* disjunctus: aliter vim omnem deperderet, iisque communicaret; filis igitur sericis vel supra vitrum &c. sustineri & ab iis solum contingi debet (fig. 28.)

244. 2. *Conductor* ex materia per communicationem solummodo electrica fieri debet v. gr. aqua, metallis, hominibus, aut aliis animalibus: hæc enim sola sunt, quæ electricitatem perfecte transmittunt: omnia alia magis vel minus impediunt, prout sunt magis vel minus per frictionem electrica. 3. Conductor sit forma cylindrica, quantum fieri possit, levigatus, nullisque angulis, prominentiis &c. præditus: per cuspides enim & angulos materia electrica effluit, dissipatur, & ad quæ statuimus corpora non pervenit, ut par erat. Hæc duo innumeris experimentis probata in causa sunt, ut conductores fiant metallici, & cylindrici. De conductoribus duo etiam hæc experimentis demonstrantur. *Primum*, quod illius longitudo virium efficaciæ, & transmissioni non officiat: conductorem jam 1300. pedes longum aliqui pararunt, quin ex eo aliqua in electricitate observaretur diminutio (*a*). Utrum idem semper eveniet, quæcumque tandem sit conductoris longitudo; puta si ad unam, duas, aut plures leucas extenderetur; id non nisi post præmissa experimenta, & accuratas observationes pronuntiandum est. *Secundum*: Quod major vel minor conductoris moles in actionis intensitatem non influat, tantumque virium per vectem ferreum, quam per subtile ejusdem metalli filum transmitti (*b*).

245. Quamvis hæc omnia cum primi, tum secundi etiam generis conductoribus æque conveniant; nihilominus cum postremi non ad vim electricam transmittendam, sed ad scintillas excitandum, diversaque experimenta instituendum comparentur; scintillæque eo vividiores habeantur, quo major fuerit conductoris moles, seu diameter, ut quotidianis experi-

(a) *Enciclop. ou diction. raisoni v. Conducteur.*
(b) *Mem. de l' Acad.* 1745.

rimentis edocemur, estque apud omnes certum; hinc hujusce generis conductores parandi sunt, quorum moles sit notabilis. Qui communius ad id muneris adhibentur, sunt tubi ferrei grandiorum sclopetorum proprii. *Franklin* tubum chartaceum decem pedes longum, & unius pedis diametri, aurata charta coopertum adhibebat, cujus crassitiem plura spissioris chartæ folia seu laminæ componebant.

246. Vis electrica eadem est, sive magni, sive parvi, aut subtiles sint conductores: phænomena tamen attractionis & repulsionis, scintillarum efficacia, vivacitas, & intensitas a mole pendent: quam rationem, massæ, an superficiei, edita hujusmodi phænomena sequantur, non facile definies. Sunt qui superficierum, sunt & qui massarum rationem servari autument, omnesque rem experimentis confirmare adnituntur. Nullam earum rationum exacte observari, ex ipsismet observationibus facile deduces.

247. Ut a circumvoluto globo ad *conductorem* pertranseat electricitas; ita disponitur conductor, ut aliquo modo globum physice tangat; vel minima inter utrumque sit distantia. Quoniam tamen si conductor, durum scilicet plerumque corpus, globum contingeret, magna inde orriretur resistentia, quæ & globum, & rem totam pessumdaret; ut utrique caveatur malo, conductor aliquanto altius, quam globus statuitur, atque ab illius extremitate globum respiciente aliquæ chartæ fimbriæ in filamenta desinentes demittuntur, quæ globum contingant, quin ullam sensibilem resistentiam opponant.

EXPERIMENTUM III.

248. 1. Corpora electrica globum volventem, & electrificatum tangentia non solum vim globi electricam non imminuunt, ut diximus, sed ipsa præterea nullum electricitatis indicium, attractionis scilicet, repulsionis, scintillationis edunt. Similiter si conductor globum tangens sit vitreus v. gr. aut alterius materiæ electricæ; vim electricam neque in globo imminuit, neque in se recipit, aut ulla ejus phænomena prodit.

249. 2. Si tamen conductor globum electricum tangens sit *non electricus*, ut plerumque fit, v. gr. virga,

V 2

ga, aut catena metallica; sequentia observantur: 1. Si hujusmodi conductor non sit *separatus*; vim electricam globi extinguit, seu recipit, nullum tamen electricitatis effectum prodet. 2. Si cum tellure omnino non communicet; globum electricitate sua non spoliat: ipseque conductor eandem virtutem acquirit, levia corpuscula attrahit, repellit, digitique extremitate attactus scintillat. 3. Quod si conductorem ita electrificatum homo terræ insistens, aut catena ad terram usque pertingens tangat, ita ut aliqua tandem ratione conductor cum terra communicet; tota illico ejus electricitas disparet, & extinguitur, etsi interim globus rapidissime volvatur: tum solummodo apparitura, cum, communicatione interrupta, globi frictio continuetur. 4. Si tamen homo, aut quodcumque aliud corpus *non electricum*, conductorem tangens sit etiam ipse *separatus*; tum non solum electricitatem conductori non adimit, sed fit etiam ipse electricus, & vulgaria electricitatis phænomena edet: idque pariter fiet, etsi plures sint homines conductorem tangentes, dummodo sint omnes *separati*. Hoc secundum duplici modo fieri potest, vel enim singuli conductorem tangunt, vel manibus se se prehendentes continuam componunt catenam, primusque tantum conductorem tangit. 5. Si hujusce conductoris non electrici extremitati corpus aliquod electricum v. gr. vitrum, sulphur &c. appendatur, ita ut conductor maneat *separatus*; conductor quidem fiet electricus, & phænomena electricitatis edet; nihil tamen hujusmodi in appenso corpore observabitur. 6. Quod si conductorem seu corpus *non electricum* non manu, sed vitro aut alio corpore electrico tangas; nihil de conductoris electricitate dissipabitur, aut vitro communicabitur.

PROPOSITIO XX.

250. *Licet ad aliquos naturalis Electricismi effectus nulla requiratur excitatio; ad Electricismum tamen artificialem, & præcipua etiam naturalis phænomena habenda excitatione opus est.*

Propositio experimentis plane constat: Succinum & Electrum natura atque ingenio suo, nullaque præparatione, aut arte prævia ad sese levia corpuscula at-

attrahunt. Hujusmodi tamen effectus sunt tenuissimi, & paucissimi. Omnia alia Electricitatis phænomena umquam obtinemus, nisi corpora ipsa arte, aliquo nimirum ex supradictis modis tractemus, ut hucusque explicavimus. Et hinc licet corpora plurimum materiæ electricæ in sese habeant, quamdiu illa non excitetur, nullos effectus producunt. Quæ in hac propositione dicimus, iis non opponuntur, quæ superius deduximus.

251. Ratio Electricitatem excitandi multiplex est, atque pro corporum varietate diversa. 1. Communius corpora origine electrica frictione excitantur, hujusmodi sunt vitrum, pix, sulphur, resina &c. 2. Aliqua sunt, ad quorum electricitatem excitandam non sufficit sola frictio, sed aliquam calefactionem præcedere opus est, qualia sunt marmora, dentes, & plurimæ animalium partes, atque exuviæ. 3. Sola fusione electrificatus sulphur: contactu tandem electrica fiunt omnia corpora origine non electrica. Cum de naturali electricitate loquimur, non illam hic intelligimus, quam in atmosphæra, & inter illam atque tellurem existere, in loco demonstramus, sed de electro tantum, & iis corporibus origine seu natura electricis, a quibus aliquos edi effectus citra ullum artis adjutorium, hac propositione demonstramus.

PROPOSITIO XXI.

252. *Corpora* origine electrica *materiæ electricæ resistunt, eamque ab aliis non accipiunt, neque transmittunt*; *corpora vero* non electrica *hujusmodi materiæ non opponuntur, eam in se ab aliis corporibus facile recipiunt, transmittunt, fiuntque proinde communicatione electrica.*

Propositionem allata experimenta, & mille aliæ ejusdem generis observationes omnibus notissimæ demonstrant, licet alioqui videri posset incredibilis. Corpora *non electrica* globum tangentia, si cum terra communicent, illum electricitate spoliant; si cum tellure non comunicent; fiunt electrica, & phænomena electricitatis perinde edunt, atque globus ipse: electricitatem etiam aliis quibuscumque corporibus *non electricis*, quibuscum comunicent, facillime, &

 æque

æque transmittunt, ac in se ipsis produnt, aut in globo deprehenditur: in quocumque igitur casu verum est, hujusmodi corpora materiæ electricæ impedimento non esse, eam in se recipere, perque ipsa corpora electricitatem in alia transmitti.

253. *Secunda* propositionis pars iisdem experimentis constat: Corpora *electrica* globum aut conductorem *electrificatum* undecumque & quomodocumque tangentia, neque ulla in se ipsis electricitatis indicia, aut phænomena edunt, neque globi aut conductoris virtutem minuunt, neque tandem per ipsa vis electrica aliis cujusvis generis corporibus, quæ contingant, communicatur, & transmittitur. Quin imo si conductor tubo vitreo v. gr. committatur, qui alium item conductorem *non electricum* excipiat; frustum illud vitri in causa erit, ne ulla electricitas in sequentem conductoris partem communicetur: satis igitur constat secunda propositionis pars.

254. Et hinc universa, quæ tractamus, corpora dici vere possunt, & sunt electrica, diverso tamen modo, hoc est, *origine* aut *communicatione*. Quæ origine non sunt electrica, communicatione eam vim accipiunt, acceptam vel retinent, vel transmittunt, & phænomena electricitatis edunt: quæ vero communicatione vim electricam non accipiunt, ea sunt origine *electrica*. In prioribus nullus contactus communicat, sed sola frictio aut calefactio virtutem excitat. Nihilominus nomina communiter recepta retinebimus; cum ea ad electricitatem originis referantur.

255. Ad corpora electricitati resistentia spectat etiam aer. Luculentissimis id experimentis constat, & superius jam fuit indicatum. Nisi ita esset, electricitas in globo frictione excitata aut conductori communicata illico dissiparetur, & disparetet, perinde atque extinguitur, cum globum, aut conductorem corpore *non electrico* cum terra communicante contingimus: ab omni enim parte & machinam, & globum, & conductorem aer circumambit, & tangit: aer igitur medio contactu materiam electricam non recipit; illiusque proinde diffusioni, transmissioni, & dissipationi opponitur. Hujus resistentiæ causa materia electrica excitata, aut acquisita in globo, & conductore supra utrumque densatur, accumulatur, & peculiarem componit atmosphæram magis, vel minus

nus densam, atque capacem pro ratione frictionis, & aliarum causarum, ac conditionum, a quibus earum virium excitatio, atque communicatio pendet. Aliis experimentis statim adducendis eadem veritas confirmabitur. Aerem tamen intelligimus siccum, & serenum: si enim sit humidus, copiosisque vaporibus refertus, qualis pluvio tempore, & humidis spirantibus ventis existit; tum vero ratione aquearum particularum, quæ magnam aereæ massæ partem componunt, & sunt corpus *non electricum*, materia ipsa electrica per aerem diffundi, dispergi, dissiparique potest, id quod ipsismet experimentis innititur. Atque huic etiam causæ referendum est, quod humido aere experimenta electrica male procedant: excitata scilicet electricitas facile per aerem dissipatur; neque materia electrica eam in globo, aut conductore densitatem acquirit, quæ ad phænomena edenda necessaria existit.

256. Corpora igitur *non electrica* duplici modo possunt esse *separata*; *primo*, si aere omni ex parte circumdarentur; nullique, præter aerem, inniterentur corpori: *secundo*, si corporibus electricis cujuscumque speciei omni ex parte contingantur. Prior modus nubibus convenit, estque nobis in telluris superficie impossibilis: secundo ad corpora separanda, & experimenta instituendum utimur.

257. Animadversione dignum est, corporum electricorum resistentiæ, qua materiæ electricæ dissipationem impediunt, omnia experimenta electrica deberi: nullum phænomenon electricum haberemus, si materia electrica eadem facilitate, & proportione, qua globi frictione excitatur, per aerem aut alia circumposita corpora dissiparetur, ut visitur, cum conductor *non electricus* globum tangens, & materiæ electricæ non resistens cum tellure communicat.

EXPERIMENTUM IV.

258. Agente machina, globum superius manu contingat homo aliquis cum aliis corporibus *non electricis* omnino *non communicans*: sequentia observamus: 1. Hujusce hominis corpus fit illico electricum, levia corpuscula ad 4. aut 3. pedum distantiam attrahit, aut repellit. 2. Cum ad hominem prope accedimus,

 quem-

quemdam percipimus odorem, qui urinæ phosphorum referre videtur: eumque odorem non tantum versus omnes partes emittit hominis corpus, verum etiam quæcumque corpora non electrica ipse manu teneat, v. gr. ferrum & alia hujusmodi prædictum odorem exhalant. Quin imo ferrum seorsim ex globi contactu electrificatum eundem odorem spirat.

359. 3. Quæcumque corpora *non electrica* cum prædicto homine *communicent*, dummodo sint *separata*, vim electricam una cum homine pariter acquirent, eademque electricitatis phænomena edent: pone v.g. longam hominum seriem se se manibus prehendentium, & supra singulas sulphuris massas stantium, ordine post primum disponi, qui solus globum aut conductorem tangat, seu manu etiam catenam teneat, quæ e sericis cordis suspensa in longissimum tractum horizontis extendatur, semper a corporibus *non electricis* cum terra communicantibus *separata*. In utroque casu relata phænomena observabis: Illud præterea notatu dignum animadvertimus, quod catena, hominum series, aut alia corpora ab hominis contactu electrificata ejus virtutem, & intensitatem non minuant, quantumvis magis semper, & magis eorum longitudo crescat. Quin imo prædictorum corporum, catenæ scilicet, hominum seriei &c. longitudine crescente; vividior tam in homine ipso, quam in aliis observatur virtus, & virtutis phænomena, quantumvis cætera omnia sint paria: quo quidem non minus admiratione dignum est hoc alterum, quod scilicet vis electrica in tota catena, tubo, aut serie hominum dispareat & dissipetur illico ac alius terræ insistens digito eorum alterum contingat, aut quacumque alia ratione vel unius cum tellure fiat communicatio: ita ut eodem temporis puncto tota virtus tam hominis, aut annuli attacti, quam alterius cujuscumque vel remotissimi dissipetur. Quod si homo, qui solus globum tangit, a contactu desistat, reliquis, ut prius, manentibus; tota hominum series, catena &c. per aliquid temporis acquisitam virtutem servat, quæ tamen paulatim semper languescit, quoad penitus dissipetur, & evanescat. In hac virium conservatione, aut amissione non leve inter diversa corpora discrimen observatur; animantia enim citius vim amittunt, quam capaciores ferrei tubi: omnia

ta-

tamen in eo conveniunt, quod *separatione* interrupta æque cito vires amittant.

260. 4. Machina agente, & catena, aut hominum serie electrificata, alius solo insistens, ac proinde non electrificatus manum paulatim ad catenam, seu potius ad alterius e serie hominis faciem admoveat; fluidum subtilissimum a facie sese contra manum diffundens, & ipsam lenissime, quasi tenuissimus ventulus vellicans, tactu ipso sentiet: magis accedente manu, major erit halitus sese diffundentis sensus: digito denique ad aliquam faciei partem, labrum v. gr. accedente, & digitus, & labrum in tenebris luminosa apparebunt, tandemque fere jam tangente digito, vivida quædam, & clara e proximiori faciei parte scintilla cum fremitu in digitum erumpit, & emittitur: ex qua & in digito, & facie dolor enascitur. Scintillæ vivacitas, magnitudo, & ortus inde doloris sensus ab electricitatis intensione dependet: aliquando est vividissimus, aliquando remissus: erumpit scintilla, quamcumque hominis, aut vestis illius partem contingas.

EXPERIMENTUM V.

261. Machina, & globo vitreo exposita ratione dispositis, ferreum filum, cujus diameter erat quadrans lineæ, duo mille hexapedas longum ope sericarum chordarum horizontaliter suspensum fuit: alia ejus extremitas globum fere contingit, ad alteram globus plumbeus suspenditur, ita ut & filum ferreum, & globus plumbeus cum corporibus electricis non communicent. Hisce ita constitutis, atque machina agente, observamus sequentia.

262. 1. Eodemmet sensibili temporis momento, quo electricitas filo ferreo fuit communicata, globus plumbeus ad duo mille hexapedas a machina locatus levia corpuscula attrahebat, aut repellebat, scintillas emittebat, cum à corpore aliquo *non electrico* tangebatur: atque hujusmodi effectus eadem intensitate, vivacitate, & tempore a globo plumbeo edebantur, vel ad dictam distantiam & extremitatem fili, vel ad ejus medium, vel prope globum, vel quacumque alia in parte ex filo suspenderetur.

263. 2. Cum loco globi plumbei corpora *non electri-*

Ctri-

Brica adhibemus, cæteris eodem modo peractis, relata phænomena eodem modo eduntur: nisi quod eorum intensitas, atque vivacitas pro corporum diversitate est etiam plane diversa: alia scilicet, ut diximus, facilius, promptius, & magis vivide electricitatem acquirunt, & phænomena edunt, quam alia.

264. 3. Si loco ferrei fili conductorem alium *non electricum* v. gr. lineam chordam adhibeamus; res perinde se habent, si electrificationis facilitatem excipias: longe enim facilius per metalla, quam per linum, & alia hujusmodi corpora electricitas recipitur, transmittitur, & communicatur.

265. 4. Cum, remoto plumbeo globo, corpus quodcumque aliud *electricum* in ejus locum substituimus; quantumvis conductor sit maxime electrificatus, nullum in substituto corpore electricitatis indicium, aut phænomenon deprehendes. Similiter si conductorem *non electricum* tollamus, & alio electrico v. gr. serico rem tentemus, vel conductorem quidem ferreum adhibeamus, illum tamen funiculis non sericis, ut fieri solet, sed lineis suspendamus; in utroque casu, quantumvis adnitamur, ut electricitatem, prædictaque ejus phænomena excitemus, nihil obtinebimus. In primo electricitati resistit conductor electricus; in secundo etsi conductor sit corpus *non electricum*, non est tamen ab aliis non electricis *separatum*.

266. 5. Etsi electricitas tam in conductore, quam in appenso plumbo sit intensissima; vix homo terræ insistens plumbum, aut conductorem in quacumque illius parte digito contingit, tota illico electricitas, & phænomena disparent, atque evanescunt: iterum tamen deprehenduntur, si digitum amoveat, & machina, ut prius, agere pergat. Fac tamen hominem esse *separatum*; quantumvis appensum plumbum, aut conductorem tangat, nihil de electricitate, observatisque ejus phænomenis decedet, imo & homo ipse electrificabitur, eademque in ipso phænomena deprehendentur.

267. 6. Filum ferreum ita dispositum fuit, ut primum quidem a globo per mille hexapedas recta horizontaliter distenderetur, inde duplici angulo facto iterum ad globum dirigeretur, priori ductui parallelum, atque ab eo decem pedes dissitum, eoque pacto quamdam rectanguli speciem referret: utraque extre-

mi-

mitas a globo aliquot pedes erat separata, earumque uni plumbum appenditur, alteri vis electrica a globo communicatur ope exiguæ catenæ *separatæ*, supra globum innixæ, quæ ab eo electricitatem accipiens per aliud sui extremum, conductori pro libito applicandum, admovendum, aut removendum, vim electricam illi communicat. Eodem autem temporis momento, quo exigua illa catena jam electrificata primo conductoris extremo applicatur, electricitas in opposita extremitate, & plumbeo globo animadvertitur, omniaque illic phænomena supradicta eduntur, ita ut nulla hactenus diligentia aliquod temporis discrimen observari potuerit: eodem enim momento, quo catena conductoris extremo applicatur, scintillam e globo plumbeo educimus, aut bracteæ aureæ attrahuntur, & repelluntur.

268. 7. A conductore ita disposito, & electrificato catenam remove: vim electricam 5. aut 6. minutis retinebit: vix tamen ac catenam separasti, primam conductoris extremitatem tange; illico emissa scintilla. & in tota catena, & in opposita extremitate, atque in appenso plumbeo globo electricitas omnis evanescit. Hæc quidem, ut postea explicabimus, non obscuram referunt fulguris & fulminis ideam.

269. 8. Ferreum filum hactenus descriptum aliqua in parte ita secetur, ut extrema divisionis puncta minus, quam pedem a se invicem removeantur: agente machina, atque electricitate conductori applicata, & communicata, observamus, materiam electricam cum impetu sese ab uno ad aliud fili extremum per medium aerem projicere, & in plumbeo globo extremo conductoris puncto appenso eadem, ac prius, electricitatis phænomena, atque indicia edere. Materiæ electricæ transitum ab uno ad aliud fili segmentum non impediunt aut ventus validissimus ope follium excitatus, aut corpora electrica inter utrumque segmentum data opera interposita: impediunt tamen, & penitus sistunt corpora *non electrica*, & omnia generatim corpora madefacta. Sed si resecta segmenta medio alio filo inflexo, & per mediam aquam transeunte committebantur, atque continuabantur; electricitas filo ipso per mediam aquam promptissime pertransibat. Hoc etiam notatu dignum observatur, quod fumus quantumvis spissus nul-

nulli impedimento erat, flamma tamen interposita, illico sistebat materia, ejusque fluxus impediebatur.

PROPOSITIO XXII.

270. *Materia electrica est materia fluidissima, atque subtilissima: visque electrica aliud non est, quam hujusmodi materia excitata & in motu posita.*

Utraque propositionis pars ab experimentis jam expositis manifeste deducitur, & aliis phænomenis inferius proponendis ulterius confirmabitur. Materia, quæ per densissima corpora, qualia sunt metalla ver. grat. aurum, ferrum &c. permeat, ab aqua & quamplurimis aliis corporibus tum solidis, tum etiam fluidis non detinetur, sed per illa omnia liberrime, & citissime movetur, quæ tamquam halitus, & tenuissima aura sufflat; per omnes nostrorum corporum reconditiores sinus, ossa, nervos, musculos pertransit, lucet tandem, & flammam componit, atque mille alia hujusmodi phænomena edit, quæ non nisi a subtilissima substantia produci possunt, est proculdubio materia subtilissima, & fluidissima: auram enim, flammam, lucem esse materiam fluidissimam, & subtilissimam, certum est apud omnes. Propositionem luculentius etiam vel ad evidentiam ab iis experimentis demonstramus, ex quibus constat, materiam electricam non super solidorum corporum superficiem fluere, sed per intimam eorum massam, atque soliditatem permeare. Hæc alia est veritas, & electrici fluidi proprietas ab experimentis confirmata, ut sequenti propositione probabimus.

271. Secunda ejusdem propositionis pars æque evidens est. Etenim nullum omnino corpus in alia agere potest, nisi per verum motum. Neque vim materialem concipimus, quin corpus motum concipiamus, neque motum corpus intelligimus, quin vim materialem intelligamus. Quamdiu scilicet corpus aliquod omnesque ejus partes omnino quiescunt, nihil ab illo efficitur. Ipsamet ratio electricitatem in corporibus excitandi, ipsimet ejusdem effectus, atque characteres luculenter demonstrant, nihil hic apparere, nisi fluidissimam & subtilissimam materiam in motu positam. Præterea vero secunda hæc propositionis pars, quæ a nemine in dubium verti-

tur,

tur, ex eo etiam demonstratur, quod juxta experimenta inferius referenda nulla omnino electrica phænomena a corpore quocumque origine, aut communicatione electrico edantur, quin ab eo subtilissimæ materiæ effluvia, torrentes, scintillæ, aut pennicilli erumpant, aut in illud confluant; neque vicissim materia illa e corpora uno in aliud effluat, quin electrica edantur signa, phænomena, & effectus.

PROPOSITIO XXIII.

272. *Materia electrica, ejusque actio velocissime per longissima spatia transmittitur: atque per intimam deferentium corporum massam & soliditatem transcurrit, & permeat.*

Prima propositionis pars ab experimento §. 1. 2. 3. 4. 5. 6. luculentissime constat: ex iis enim demonstratur, sensibusque ipsis observamus, eam esse materiæ electricæ velocitatem, talique celeritate per longissimum spatium transmitti, atque ab uno ad aliud extremum percurrere, ut nullum omnino temporis discrimen, aut durationem distinguere possimus, dum ab uno conductoris extremo ad oppositum per 4. mille hexapedas transmittitur; quantumvis maxima diligentia ad hanc velocitatem, aut motum distinguendum adhiberetur, experimentumque ejus rei gratia potissimum institueretur. Multa in re præsenti notanda sunt ad materiæ electricæ proprietates, atque naturam, si fieri possit, magis explicandum.

273. *Primum*: Ex hoc & aliis quamplurimis experimentis edocemur, hujusmodi electricitatis per conductores, & quæcumque corpora non electrica transmissionem esse verum ejusdem materiæ motum, nequaquam vero actionis, aut virium solummodo diffusionem. Ex repentina illa electricitatis transmissione dubium oriebatur, materia ne ipsa transferretur, an potius ad instar soni, luminis, aut virium elasticarum per continuam materiam transmitteretur actio. Sed experimenta dubium omne tollunt: scintillæ enim, quas e conductore displodimus, luminosique illi pennicilli, qui a globo in catenam, seu conductorem, a conductoreque ipso perenniter erumpant;

punt, atque evibrantur, materiæ electricæ torrentes motu rapidissimo per corpora transcurrere demonstrant. Quænam autem sit vis illa primitiva, a qua hujusmodi materia ad motum adeo velocem agitur, id experimenta nostra non demonstrant, neque nos, nisi divinando conjicere possumus, ut ex lectione altera constabit.

274. *Secundum*: Quoniam igitur verus hic est materiæ electricæ motus, medioque hujusmodi motu relata modo phænomena, imo & omnes illius effectus peraguntur; consequens est, ut electricæ materiæ transmissio aliquantillum temporis quantumvis insensibile impendat.

275. *Tertium*: Ipsa tamen materia electrica, licet eadem intensitate, & viribus a globo vitreo in conductores transmittatur; multiplices velocitatis gradus in diversis corporibus habet, pro varia ipsorummet conductorum indole atque natura; magis minusve electricæ materiæ resistenti. Sunt corpora omnem materiæ electricæ transitum omnino negantia, qualia sunt origine electrica: sunt, quæ illam facillime recipiant, & velocissime transmittant, ut metalla: inter hæc & corpora origine electrica multiplex corporum species, atque ordo intercedit, quæ pro varia eorum natura multiplicem resistentiæ gradum diversum electricæ materiæ opponunt. Hucusque nullum agnoscimus corpus, per quod facilius, atque velocius transcurrat, quem per metalla: & hinc ex materia metallica communiter construuntur, & parantur conductores: quem vero ordinem inter se habeant aliorum corporum resistentiæ majores, aut minores, compertum non habemus. Hæc igitur inpræsentiarum constant, aliqua corpora electricitatis transmissionem penitus sistere, atque impedire: alia esse, per quæ tanta celeritate transcurrit, ut inter initium, finemque motus nullum omnino tempus percipiamus: per alia denique corpora transmitti quidem materiam electricam, sed sensibile tempus in transmissione, atque motu impendi. Hoc postremum multiplici experimento comperit *du Fay* (a).

276.

(a) *Mem. de l'Acad. anno* 1733. *Mem. quatrieme &c.*

276. Velocissimus hic materiæ electricæ motus, etsi alia deessent, non improbabilem inter fulmina & electricitatem analogiam ostenderet. Maxima scilicet illa fulminum velocitas, quæ magnum philosophis negotium facessit, simile modo habet in natura phænomenon: & cum aliunde omnia in fulminibus, & scintillis electricis conveniant, ut in loco demonstramus; electrica tandem experimenta ad physicam fulminum naturam, effectus, & phænomena agnoscendum nos duxerunt. Neque solum fulmina, sed omnia ignea metheora nihil aliud esse, quam electricitatem naturalem in atmosphæra excitatam, atque ab uno ad alium locum transcurrentem, ex rei utriusque phænomenis demonstratur. Interim notare sufficiat, momentarios, aut tardos etiam materiæ electricæ motus fulminum velocitatem, & tardum stellarum cadentium, ignis fatui, & aliorum metheoron motus referre: omnia hæc metheora eamdem, ac fulmina ipsa, naturam habere, indubium mihi est, & in loco probavimus.

277. Secunda Propositionis pars ab experimentis etiam evincitur. Materia electrica per intimos humani corporis nervos, musculos, ossa, permeat, dolorem in eorum medullis creat, dum corpus humanum facto experimento Lugduno-Batavico succutit; ut inferius dicemus. Deinde eademmet materia metalla dissolvit, in vitrumque etiam convertit; hæc autem fieri nequeunt, quin per intimam corporum massam materia electrica permeet.

278. Rursus pix, atque vitrum, corpora nimirum origine & magnopere quidem electrica, hujusmodi materiæ maxime resistunt, eamque neque intra se recipiunt, neque transmittunt, nisi difficillime quibusdam solummodo in casibus: catenam igitur, seu conductorem metallicum picis, & mastices crusta per palmum unum, aut alterum obducimus: factoque experimento, æque vividæ educuntur scintillæ, omniaque alia electricitatis phænomena, & signa ante atque post catenæ partem pice obductam. Similiter tubus vitreus fuit hydrargiro repletus, atque ex utraque parte apertus, ut hydrargiro facillime communicari posset electricitas, & ab illo ulterius transmitti. Experimento autem instituto, & electricitate ad aliud tubi, seu hydrargiri extremum communi

nicata, omnia ejus phænomena ad oppositam extremitatem edebantur. Cum igitur materia electrica per media illa corpora origine electrica non permeet, per mediam cæterorum corporum, hoc est, auri, argenti &c. substantiam permeare dicendum est.

279. Duo hic opponi possent. *Primum*: Quod corpora omnia electrificata suam circa se habeant electricitatis atmosphæram, hoc est, quod materia electrica circa tubum v. gr. electrificatum peculiarem componat atmosphæram, intra quam agit, ut inferius experimentis etiam probabimus: per eam igitur atmosphæram, aerem scilicet rarum transcurrere poterit, quin intimam corporum massam permeet. *Secundum*: Corporum impenetrabilitas, soliditas, atque densitas v. gr. auri velocissimo illi extraneæ materiæ motui opponitur. Resp. Materiam electricam circa conductorem aut alia corpora electrificata in atmosphæras componit: experimentis pariter constat, eamdem materiam per exiguam aeris massam conductoris partes separantem cum impetu, & stridore evibrari; insimul tamen iisdem experimentis manifestum est, & probavit *Beccaria* (a), materiam electricam non per aerem & atmosphæram, quam componit circa conductorem, ab uno ad aliud extremum transcurrere, sed per ipsammet corporis substantiam, eamdemque materiam longe densiorem intra conductorem, quam circa illum accumulari. Equidem cum magnam illam in aere resistentiam ad motum offendat, nullam vero, aut fere nullam in metallis; mirum non est, quod per conductorem, non circa illum transcurrat: id quod ex aliis præterea rationibus, & experimentis adductis evincitur. Ad id, quod secundo loco opponitur duo tantummodo dicam, materiam scilicet electricam per conductoris poros permeare, non per propriam illius substantiam impenetrabilem. Mirum id non videbitur, si quæ de corporum poris diximus, memoria adhuc tenes. Quæ autem vires, aut primitiva causa materiam electricam ad velocissimum illum motum per intimos metallorum

(a) *Elettricità artificiale cap.* 3.

tum poros rectos, obliquos, transversos impellat, a Deo quære.

PROPOSITIO XXIV.

280. *Materia Electrica per medium aerem perrumpit, atque evibratur; quantumvis magnam in perrumpendo aere resistentiam patiatur, eamque prius superare oporteat.*

Duo in propositione affirmantur, materiam electricam per medium aerem irrumpere; aerem tamen resistere, hujusmodique residentiam prius superari oportere: utrumque experimenta superiora, & alia quamplurima conficiunt. Quod primum attinet, observamus materiam electricam ab una ad aliam divisi conductoris partem separatam per medium aerem transmitti: magno cum impetu evibrari; licet per unum, aut alterum pedem partes conductoris inter se distent. Deinde cum electrificato conductori digiti apicem admovemus; ad eumdem non paucos pollices a conductore adhuc distantem scintillæ electricæ exploduntur, & cum impetu, atque stridore intra digitum absorbentur. Alia afferre ad rem omnium confessione indubiam ulterius confirmandam supervacaneum omnino esset. Animadvertendum solummodo, non per qualemcumque aeris extensionem posse materiam electricam perrumpere, sed per modicam tantum unius, aut alterius pedis distantiam ab uno ad aliud corpus communicatione electr cum vibrari. Hæc distantia eo major erit, quo minor fuerit siccitas aeris, electricitas autem intensior, & magis densa: quod aer humidus minus electricæ materiæ resistat: electricitatis vires aucta densitate augeantur: utrumque observationibus, partim jam supra relatis, partim etiam referendis innititur.

281. Secundam Propositionis partem, quam jam superius attigimus, plurima experimenta demonstrant. Primo si magna inter electrificata corpora separata interponatur aeris massa; ab uno ad aliud non transmittitur, neque evibratur materia electrica, nisi is sit aeris humor, & impuritas, ut conductoris etiam munus agere possit. 2. Corpora electrificata, & aere ab omni parte circumdata materiam electricam facile retinent, nisi aeris humor eam alio derivari per-

mittat. Equidem nisi hæc esset aeris natura, atque conditio, vix ulla esset naturalis, aut artificialis electricitas, ejusque phænomena: hæc enim omnia, ut postea probabimus, ex eo pendent, quod materia electrica in aliis corporibus accumuletur, atque addensetur, in aliis vero rarescat, ut ab unis ad alia secundum æquilibrii leges transfluere possit: ad id autem opus omnino est, ut hujusmodi materia in corporibus, & circa corpora detineatur, atque a libero fluxu impediatur. 3. Electrici luminosi penicilli e corporibus electrificatis erumpentes intra machinæ pneumaticæ recipiens eo facilius evibrantur, longius extenduntur, minus dividuntur, quo minus aeris intra recipientis capacitatem existat. Ita nimirum aptatur machina, ut per superiorem vitrei recipientis partem filum metallicum partim interius introducatur, partim vero exterius emineat, quin aeris extractioni, & vacui inductioni officiat. Agente machina, & catenæ extremitate superiori metallici fili parti applicata, per inferiorem ejusdem fili extremitatem intra recipientis capacitatem versus machinæ patinam metallicam hac lege visitur penicillus electricus, ac luminosus, ut dum recipiens est aere plenum, perinde intra recipiens, atque in aperto aere appareat; aere autem rarescente, & paullatim extracto, eadem ratione magis semper extendatur penicillus, minusque dividatur; quod scilicet rarescente aere, liberius profluat materia electrica.

282. Hinc igitur est stridor ille, quocum scintilla electrica e conductore, aut ab alio quocumque corpore electrificato per medium aerem evibratur, cum digiti extremitatem conductori admovemus. Ex una enim parte aer, corpus maxime elasticum, rarum, & compressionis capax, ad sonum edendum est omnino aptissimus, immo & necessarius; ex alia vero, cum electricitati resistat, ab illa repellitur, rumpitur, dilatatur, ad oscillationes & tremorem agitur, in quibus externus consistit sonus. Nullus etiam hujusmodi stridor ab evibrata scintilla producitur, cum in vacuo exploditur. Analoga hæc etiam sunt tonitruum murmuri, ut in loco dicimus. Ex dictis etiam infertur, atque experimentis confirmatur, aeris resistentiam aucta densitate augeri: sicut etiam materiæ

riæ electricæ intensitas pro majori illius densitate crescit.

PROPOSITIO XXIV.

283. *Materia Electrica communicatur, addensatur, & accumulatur in corporibus communicatione tantum electricis, quamdiu non communicant, nisi cum corporibus origine electricis, atque proinde sunt separata.*

Propositionis sensus est, quod corpora non electrica, qualia sunt metalla, ac proinde catena, aut conductor, dum ex una parte corporibus electricis excitatis, v. g. globo, aut tubo vitreo electrificato adhærent, ex nulla vero cum terra, seu corporibus communicatione electricis communicant, electricitatem a globo accipiant, illaque in iis addensetur, atque accumuletur, quoad vel paullatim per humidum aerem, vel per alia corpora electrica impura, vel tandem per corpus non electricum, & cum tellure communicans tota materia effluat.

284. Quod materia electrica a globo, seu corpore aliquo electrificato transfluat, & communicetur in corpora non electrica, jam supra brevissime attigimus, atque inferius luculentissime demonstrabitur, cum Electricitatis theoriam, & materiæ electricæ circulationem ex phænomenis, atque experimentis evincemus: interim notare sufficiat, luminosum illum penicillum, qui a globo in conductorem, & ab opposita conductoris extremitate perenniter effluit, agente machina, & in machinam etiam dirigitur a cuspide alicujus ferreæ virgæ, quæ agenti machinæ admoveatur, satis superque demonstrare, perennem electricæ materiæ torrentem e globo in corpora non electrica communicari, in iisque recipi. Illæ etiam vividissimæ scintillæ, quæ e corporibus quibuscumque electrificatis explodantur, & in corpora non electrica evibrantur, cum ab iis tanguntur, aut alia alliis prope admoventur, rem omnino demonstrant. Sed hæc iterum inferius ab experimentis deducentur.

285. Materiam electricam corporibus non electricis communicatam, in iis addensari, atque accumulari, si & corpus sit separatum, & penicillus a globo in ipsummet corpus, v. g. conductorem effluere pergat, facile constat: *primo*, Quia siccus aer origine electri-

eus, & electricitati maxime resistens, atque conductorem omni ex parte circumdans materiæ dissipationem impedit, eamque in conductore, ac circa conductorem detineri compellit. 2. Experimento, & communicatione materiæ procedentibus, vividior ex conductore elicitur luminosa scintilla, aliaque etiam electricitatis phænomena eduntur intensiora, vividior ex scintilla dolor sentitur, efficaciores, atque ad majorem etiam distantiam sese produnt attrahentes, & repellentes vires: major etiam ab explosa scintilla stridor in aere editur, atque multa alia iis similia. 3. Id tandem luculenter demonstrabitur ab experimento Lugduno Batavico inferius exponendo: ex quo, & innumeris aliis constat, conductorem, & similiter omnia alia corpora non electrica paullatim materia electrica instrui, & veluti onerari.

286. Hujusmodi addensatio, atque accumulatio electricitatis in corporibus fit per ejusdem materiæ compressionem intra corporis poros, & circa illius superficiem. Quare cujuscumque corporis electricitas quosdam limites transcendere non potest: neque corpora magis semper & magis fieri electrica: habent enim corpora certos compressionis terminos, ultra quos progredi naturæ viribus non possumus. Corpora etiam diversa pro varia eorum indole, atque textura plus minusve electricæ materiæ in sese recipere possunt, majorisque, aut minoris compressionis ejusdem materiæ sunt capacia. Id modo nobis sufficit experimentis demonstrasse, materiam electricam hac esse proprietate præditam: *quod nimirum sit addensationis, accumulationis, & compressionis capax*.

PROPOSITIO XXV.

287. *Corpora electrificata, quamdiu excitatam, aut acceptam virtutem conservant addensatam, atque accumulatam, peculiarem electricitatis atmosphæram habent*.

Est dicere, materia electrica in corporibus, in quibus excitatur, aut recipitur, in atmosphæræ formam componitur. Id primo constat ex ipsismet electricitatis phænomenis: corpora electrificata ad aliquam a se ipsis distantiam & repellunt, & attrahunt, cæteraque electrica phænomena edunt: cum igitur hæc om-

omnia peragantur media virtute, seu materia electrica ab iisdem corporibus effluente, aut circum illa existente; consequens est hujusmodi corpora aliquam circa se habere virtutis electricæ atmosphæram, atque virtutem, quam ab ipsa materia non distinguimus. 2. Cum ad electrificatum conductorem digitum admovemus, scintillæ eliciendæ causa, sequentia observamus: e majori distantia aut nullam, aut remissam, atque tenuissimam elicimus scintillam: digito gradatim ulterius admoto, vividior gradatim, & vividior semper evibratur scintilla, atque sentitur dolor, & succussio. Paria omnino atque similia in attractionibus, cæterisque phænomenis observamus: vis attrahens in data quadam distantia remissime agens, intensior semper, & intensior distantia decrescente evadit. Hæc eadem atmosphæra, atque electrica virtus secundum intensionem, atque extensionem plurimum alteratur: aucta enim electrificatione, intenditur, ampliatur; explosa scintilla, dissipatur, & evanescit. Corpora electrificata, atque sibi relicta aere circumquaque circumdata eamdem longiori breviorive tempore conservant: aliqua enim corpora origine electrica v. g. ambarum eam semper habent, alia, quæ excitatione opus habent, tandem amittunt: in aliquibus eamdem electricitatem per annum, & amplius observarunt *Du Fay*, & *Gray* (a): Corpora communicatione tantum electrica, qualia sunt metalla, eam vim ut plurimum post exiguum tempus amittunt; servarent tamen, si ea in impurum aerem circumpositum non transmitteretur.

288. Ex propositione, atque adductis rationibus experimento innixis deducitur ejusdem atmosphæræ electricæ indoles, atque natura. Ea scilicet cæterarum atmosphærarum instar circa corpus componitur, ad certum usque limitem extenditur, ab eo termino usque ad corpus ipsum intensitate, atque densitate crescit: pro varia electricitatis intensione fit etiam densior, atque amplius extenditur. Hanc corporum ele-

---

(a) *Memoires de l'Acad.* 1734. *cinquieme Memoire &c.*

electrificatorum cum sphæram electricos vortices aliqui nuncupant: loquere, ut libuerit.

COROLLARIUM.

289. Ex duplici hac propositione, atque ab ipsis etiam experimentis deducitur notabilis alia materiæ electricæ proprietas, quod scilicet illa vim habeat qua, cum addensata, atque in aliquo corpore accumulata est, sese circumquaque expandere, atque diffundere adnititur, & ad æquilibrium in corporibus componere, illudque semper affectare. Si ab experimentis probare possimus, veram hanc esse materiæ electricæ proprietatem; facile erit demonstrare, hoc etiam esse universale, & simplicissimum principium, atque totius rei electricæ theoriæ, & phænomenorum causam, ac fundamentum, quod scilicet materia hujusmodi in integro terrestrium corporum systemate sparsa, atque diffusa existens, potensque in aliquibus corporibus alterari, excitari, transmitti, accumulari, addensari, vim habeat, qua æquilibrium semper affectet, & sese juxta æquilibrii leges, atque corporum indolem componere, & distribuere adnitatur. Rem modo paucis indicemus, fusius postea prosecuturi, Materiam electricam in corpora, in quibus antea non erat, in metallicum v.g. conductorem confluere, intra eorum massam recipi, circa illa atmosphæras componere, in iis atmosphæris, atque intra illa corpora addensari, & accumulari, hactenus ab experimentis didicimus: cum primo electrificato conductori, seu materiæ electricæ accumulatæ digitum, aut aliud quodcumque corpus non electricum admovemus, in quod electrica illa materia effluere, atque communicari possit; magno statim impetu illa exploditur secundum intensitatis suæ rationem, atque per admotum illud corpus non electricum distribuitur. 2. Cum primum corpus aliquod electrificatum v. g. conductorem alio corpore non electrico, separato, quantumvis magno contingimus; electricitas illico in secundum hoc corpus a primo communicatur, transmittitur, & ita distribuitur, ut in utroque illo corpore ad æquilibrium componatur. Ex his & quamplurimis aliis experimentis inferius adducendis satis evincitur, materiam electricam in corpore aliquo adden-

densatam sese per alia corpora expandere, atque dif-fundere semper adniti; physica idcirco circumdantium corporum origine electricorum resistentia opus esse, ut hujus materiæ virtus impediatur, ipsaque materia in separato corpore detineatur; cum semel ac illa resistentia quacumque ex parte tollatur, illico versus eamdem partem materia expandatur, & evibretur.

290. Porro corpora compressionis, addensationis, & accumulationis capacia, ejusque indolis, ut addensata versus quamcumque partem effluant, expandantur, & dilatentur, sunt procul dubio corpora virtute se se diffundendi prædita: undecumque tandem vis ea proveniat. Id sane est quod observamus in aere, & aliis corporibus elasticis fluidis, igne v. g. aut vaporibus. Unde autem materia electrica vim illam habeat, ab aliqua nimirum elasticitate, an potius a simplicissima alia causa primitiva, id ego neque disputo, neque ab ullo mortalium divinari potest. Si tamen res ita se habet (habere autem modo leviter attigimus; latius infra probabimus): materiæ electricæ accumulationi, atque addensationi in corpore, ruptoque æquilibrio, & vi ejusdem omnia electrica phænomena debemus: nisi accumularetur, atque addensaretur in corporibus, & vi prætereà sese expandendi esset prædita; neque rumperetur æquilibrium, neque cum impetu efflueret, neque scintillaret, neque alia ederet phænomena ab hac scintillatione, & expansione omnino pendentia. Sed de his postea.

PROPOSITIO XXVI.

291. *Materia electrica in corpus aliquod transmissa per illud uniformiter diffunditur; dummodo tamen ipsum sit homogeneum.*

Propositio & a vi diffusionis materiæ, & ab experimentis demonstratur. Etenim cum illa habeat vim qua sese versus omnes partes ad æquilibrium componi adnititur, nisi obstet peculiaris aliqua corporum resistentia, quæ magis ab una, quam ex aliis partibus diffusionem impediat: æqualiter versus omnes partes intra corpora homogenea diffundetur, & uniformiter sese expandet. Rem sane ita fieri in aere,

corpore nimirum versus omnes partes (cum compressus est) sese dilatare conante, quotidie observamus. 2. Deinde conductor, aut corpus quodcumque aliud non electricum, sed homogeneum electrificetur: in quacumque parte illud contingamus, & rem pari modo exploremus, æqualem virium intensionem, scintillas æque vivas, pares succussiones, & hujusmodi alia phænomena observamus: vis igitur seu materia electrica uniformiter distribuitur intra corpora. Aliqua tamen animadvertenda sunt: 1. Ita diffunditur uniformiter hæc materia, ut atmosphæram uniformiter intensitate decrescentem componat. 2. Hæc electrica corporum atmosphæra aucta eorum superficie augetur, hoc est, corpora, quæ majorem habent superficiem, atmosphæram etiam electricam habent ampliorem, atque intensiorem: licet aliunde plurimum in massa, & densitate differant. Quare electricitatis intensitas in corporibus communicatione electricis, de quibus modo loquimur, videtur esse proportionalis & materiæ electricæ accumulationi, seu densitati, & alicui etiam superficierum rationi directæ. 3. Crescente etiam corporum longitudine, amplior in iis observatur, atque intensior atmosphæra, eadem vel diversa sit corporum densitas, atque natura. Id saltem in pluribus corporibus deprehenditur, ut præter allata experimenta, videre est apud *Becariam* (*a*). Nequaquam tamen asserere audeam, duo hæc postrema aut in omnibus corporibus locum habere, aut in corpore aliquo esse semper atmosphæræ intensitatem, aut extensionem in directa ratione superficierum, aut longitudinum. In re præsenti experimenta pedetentim semper sequi oportet.

292. 4. Si corpora in angulos desinant, aut eorum superficies acutis cuspidibus terminentur; longe aliter se res habet, ut postea dicemus. Peculiaria circa rem hanc phænomena experimentis passim confirmata probatæ propositioni non opponuntur, proprietates vero superius dictas confirmant.

PRO-

(a) *Elett. Artificiale*.

PROPOSITIO XXVII.

293. *Materiæ electricæ motus in corpore non electrico fit versus omnes partes, antrorsum scilicet, retrorsum, ad omnia etiam latera, sursum, deorsum &c.*

Conductorem, aut catenam quantumvis longissimam, aut quodcumque aliud corpus communicatione electricum, postquam sint valde el ctr ficata, a globo separemus, & ex quacumque parte digito, aut alio corpore non electrico, neque separato contingamus; omnis illico materia electrica, qua erant imbibita, displosa scintilla, emittitur. Materia igitur electrica per totum illud corpus æqualiter, aut uniformiter distributa, tam motu directo a globo versus catenæ extremitatem, quam retrogrado ab extremitate versus machinam, tam laterali, a centro nimirum versus periphæriam, quam etiam sursum, aut deorsum effluit: si catenam prope machinam contingis; tota materia retrogreditur, & ex parte contactus exploditur: si mediam catenam a latere tangas; tota materia partim motu directo, partim laterali cietur, & effluit.

294. Proprium scilicet hoc est materiæ vi diffusionis præditæ, quæ violenter compressa, atque addensata, ex quacumque parte effluendi via aperiatur, versus illam confluit, ut in aere observamus. Duo in natura sunt huic proprietati, aut phænomeno analoga, motus fulminis, & aeris compressio, & elasticitas. Fulgura enim vero non solum quoad velocitatem motus, sed quod etiam directam, retrogradam, & laterales directiones attinet, prædictam electricitatis proprietatem exhibent. Quamplurima etiam aeris phænomena fuse a nobis in loco exposita hanc electricæ materiæ indolem omnino referunt.

EXPERIMENTUM VI.

295. Attractionem, & repulsionem corporum a materia electrica factam quamplurima diversa accidentia comitantur, quæ & sunt observatione digna, & ad electricitatis naturam agnoscendum viam sternere possunt. Corpora origine electrica ad sese levia corpuscula attrahere, jam superius notavimus: hujusmo-

modi attractiones versus quamcumque trahentis corporis partem fiunt; sunt tamen parum notabiles, cum ad exiguas solum distantias, atque minutissima levissimaque corpuscula extenduntur. Attractionis igitur phænomena à corporibus electricis, cum fricantur, vel à *non electricis*, cum vim accipiunt, edita prosequamur. Corporis electrici v. g. globi vitrei frictione factâ, constanter observamus, primo, attractionem fieri potissimum versus eam partem, quam fricamus: cum globum vitreum convolvimus, frictio fit plurimum supra ejus æquatorem fit, atque supra eundem æquatorem maxima vis attrahendi observatur. Secundo, corpora attracta breviori, quæ fieri possit, via ad electricum corpus feruntur.

296. 3. Corpora solum per communicationem electrica, postquàm sunt electrificata, ex omni parte, atque ad quælibet eorum puncta attrahunt: cum enim nulla in iis frictio locum habeat, & materia electrica per integram eorum massam, aut superficiem diffundatur, nulla eorum pars est, quæ non attrahat, & repellat. Observatur nihilominus, vim electricam hujusmodi corporum facilius, atque majori intensitate in eorum angulis sese exerere, ab iisque majori cum impetu erumpere, repellere, attrahere, quam ubi nullæ sunt cuspides, atque anguli. Affirmare non ausim, rem in omnibus corporibus non electricis eodem modo se habere: est in iis multiplex substantiæ, partiumque diversitas: a puriorique, aut impuriori corporum substantia multoties pendet major vel minor virium intensitas.

297. 4. Attractiones electricæ sunt reciprocæ, tamque corpus attrahens versus attractum, quàm postremum hoc versus primum accedere adnititur, & reâpse accurrit, nisi causa & impedimento aliquo detineatur. Electrificato tubo exigua & subtilia folia aurea aereæ laminæ imposita admoveamus; ad tubum folia volabunt: aureum folium manu teneamus, ne moveri possit, eique exiguum tubum electricum filo serico suspensum, & facile oscillans admove: tubum versus immotum folium accurrere observabis. Aureis foliis electrificatis, & æreæ laminæ v.g. impositis manum admove: folia electrificata ad manum non electrificatam accurrent. Duo aurea folia, vel globos ex chartâ inauratâ constructos æqualibus filis ita suspen-

spende, ut moveri æque facile possint: in eadem altitudine, atque ad 6, aut 7 pollicum distantiam inter se constituantur; eorum uni vim electricam communica: eos illico ad sese mutuo, & æqualiter accurrere animadvertes.

298. Tandem hæc, aut similia alia experimenta in omnibus corporum speciebus tentemus: omnia corpora a virtute electrica attrahi comperimus, si flammam excipiamus, quæ nullum attractionis indicium prodit. Atque hinc liquet magnum inter vim electricam, & magneticam discrimen: cum secunda hæc ad ferrum tantummodo, atque magnetem extendatur, prima vero omnia corpora, flamma excepta, comprehendat. Ex hisce etiam non obscurum elicitur argumentum ad vim magneticam in peculiari particularum effluvio constituendam: licet enim quamplurima sint phænomena & proprietates magneti peculiares, quarum causam, actionisque modum non facile comprehendamus, neque aliquid in vi electrica iis analogum reperiamus; nihilominus cum summum difficultatis caput ipsimmet attractionem, & repulsionem spectet utrobique communem; per ejusdem aut similis naturæ causas res est ubique peragenda, atque explicanda: si igitur hujusmodi causam in rebus electricis fluentem materiam esse constat; idem etiam magneticarum proprietatum statuendum est principium.

EXPERIMENTUM VII.

299. Viribus electricis attrahentibus omnia naturæ corpora subesse experimur: magnum tamen est virium intensitatis, atque facilitatis, quibus corpora attrahuntur, discrimen. Quæ circa hoc experientia demonstrat, ad sequentia capita generatim reducuntur.

300. 1. Ex omnibus corporibus facilius, promptius, vividius attrahuntur metalla, & in his aurum, argentum, cuprum: atque hinc ex hisce potissimum metallis levia illa, atque exigua folia parantur, in quibus electricæ attractionis phænomena exibemus, atque contemplamur.

301. 2. Corpora, quibus hujusmodi folia ad experimenta capienda imponi debent, ut tubis electrica-

cat s admoveantur, debent esse *non electrica*, nominatim vero patinæ æreæ v. g., aut argenteæ affabre politæ, & levigatæ, quas ipse manu teneas, atque inferius tubo electrificato admoveas. Si hæc varientur; experimenta quidem, & phænomena utcumque eveniunt, non tamen satis bene procedunt.

302. 3. Corpuscula, seu aurea hæc folia ad experiendum adhibenda, minuta esse debent, levissima, atque 3 circiter pedes supra terram elevata: neque inter illa & tubum electricum corpus aliquod *non electricum* esse debet, vel in patina elevari, quod minus a tubo distet, quam prædicta folia. Aliter omnis pene vis electrica ad interpositum, seu minus distans illud corpus *non electricum* derivaretur.

EXPERIMENTUM VIII.

303. *Attractionem* electricam sequitur, & æquat *Repulsio* ab eadem electricitate, atque in iisdem corpusculis peracta: atque hoc alterum est singularis electricitatis proprietas, cujus natura, & peculiaria phænomena ad sequentia capita experimentis comperta reducuntur.

304. 1. Minuta illa & levia corpuscula, aurea folia &c. quæ ad corpora electrica attrahuntur, electrificato tubo superius v. g. ad justam distantiam admoveamus; si electricitas sit jam satis efficax, & intensa, vix folia ad tubum avolantia illum tangunt, cum illico resiliunt, & repelluntur. Si electricitas sit intensissima; folia ad tubum avolantia, ne ad illius quidem contactum perveniunt, sed a duorum vel trium pollicum distantia illico repelluntur: supra tubum (si illuc repellantur) manent in aere suspensa, quoad aliquantillo temporis elapso, iterum versus tubum præcipitantur, unde iterum repelluntur: eaque repulsionis, suspensionis, & attractionis continuata vicissitudo tamdiu tenet, quamdiu experimentum prosequi velimus.

305 2. Si folia a tubo repulsa in corpus aliquod *non electricum* cadant, aut impingant, cui scilicet acquisitam electricitatem communicare possint; tum vero illico ac in corpus impegere, ad tubum revolant, ab eo similiter repellenda. Et hinc si supra patinam metallicam folia illa aurea tubo inferius admo-

moveas; folia ipsa ultro citroque celerrime vibrata, & ludicrum quoddam spectaculum exhibentia non sine jucunditate observabis.

306. 3. Folia ipsa, aut alia similia corpuscula, dum repelluntur, alia etiam corpuscula attrahunt, si per eorum viciniam transeant: contra tamen in attractione, seu dum ad tubum electricum præcipitantur: quod scilicet in primo vim etiam ipsa habeant electricam a tubo, quem fugiunt, communicatam: in secundo, ut illam acquirant, ad tubum advolent. Quod si is, quo utimur, tubus sit solummodo communicatione electricus, eumque, dum folia repulsa in aere manent suspensa, digito contingamus: illico folia ad tubum præcipitantur, non amplius ab illo avolatura, quoad nova tubo communicetur electricitas.

307. 4. Quoniam attractio & repulsio sunt vires contrariæ, ad oppositos terminos tendunt, atque ab una ad aliam fit transitus; in hujusmodi transitu erit earum virium æquilibrium, factum igitur fuit periculum ad hujusmodi æquilibrium assequendum, & corpusculum in aere suspensum detinendum. Ferreæ laminæ horizontali, sericis funiculis suspensæ, *separatæ*, & mediocriter electrificatæ folium aureum quadratum tenuissimum, & exiguum inferius admovetur, donec ad laminam ferream advolet. Cum ab illa post contactum vibretur, & postea iterum, electricitate amissa, attrahatur; manum repulso folio inferius objiciendo remque in diversis distantiis tentando, ad id perventum est, ut folium inter manum, & laminam ferream conservaretur suspensum, oppositosque angulos, manui unum, laminæ alterum opponeret.

308. 5. Si foliis aureis a tubo electrico repulsis, ac proinde electrificatis corpora admoveas electrica, aut non electrica, quorum tamen electricitas excitata, aut communicata, minor sit, & remissior, quam illa est tubi, a quo folia vim suam acceperunt; folia ad hujusmodi corpora attrahentur; nequaquam tamen, si oblata corpora parem, atque tubus, electricitatem habeant. Similiter loco tubi repellentis alium substitue: si tuborum electricitates sint æquales; folia a primo repulsa perinde a secundo repulsa esse pergent; si se-

si secundi tubi remissior sit electricitas; ad eum præcipitabuntur.

309. 6. Eidem electrico tubo quamplurima aurea folia admovemus, ad illum omnia æqualiter accurrunt: post contactum tamen non solum a tubo, sed a se ipsis mutuo repelluntur, & fugiunt, ita ut eo magis sese fugiant, & repellant, quo intensior fuerit electricitas: & ipsa longius repellantur. Idem observabis phænomenon, si ferreæ laminæ, seu conductoris extremitati quemdam a pendas argenteorum filorum libere pendentium penicillum, aut pulveres etiam laminæ ad ipsius extremitatem imponas. Electricitate enim laminæ ferreæ communicata, minutissima pulveris grana vibrantur, a lamina ferrea, & a sese mutuo recedendo. Omnia etiam penicilli fila sese expandunt, singula a singulis repulsa. Eumdemmet effectum mutuæ particularum repulsionis in corporibus etiam liquidis observamus, quantumvis fluidorum corporum partes genio suo relictæ sibi mutuo adhæreant.

COROLLARIA.

310. Ab hisce experimentis plurima deducuntur modo fusius explicanda. 1. Patet discrimen inter corpora origine, & corpora communicatione tantum electrica: quod prima ex ea solum parte agant, per illam accipiant, ex illaque emittant electricam materiam, in qua fricantur: dum interim omnes ejusdem corporis partes fere nullum electricitatis indicium edunt. Longe aliter se res habet in corporibus communicatione tantum electricis: satis est, materiam electricam ex una tantum parte applicari, ut per omnem illico corporis massam æqualiter distribuatur. Posterioris ratio videtur esse, præter compressionis, & dilatationis materiæ electricæ virtutem, quod corpora non electrica sint veluti proprium ejusdem materiæ receptaculum, non ita vero corpora origine electrica, ut plurimi Physici suspicantur, & primus asseruit *VVatson*, eam facile recipiant, facileque etiam amittant, si a nulla impediantur resistentia: dum e contrario corpora origine electrica, & vitrum nominatim, non solum materiæ electricæ resistant, sed eam etiam aliis corporibus numquam communicent; nisi cum a-lium-

liunde circa se ipsa recipiunt. Hactenus saltem nulla arte potuit consequi, ut a vitro electricitatem eliceremus, nisi eam aliunde acciperet. Primum vero præter modo dicta ex eo est, quod cum corpora origine electrica v. gr. vitrum materiam intra se aliunde non recipiant; illa ab una ad aliam vitri partem intra ipsum non transmittitur; confluit igitur, atque addensatur circa partem affrictam. Cum tamen aer hac illac etiam eidem materiæ resistat; ad latera etiam non delabitur, neque proinde circa globum in atmosphæram componitur. Ex proprietatibus igitur materiæ electricæ experimento compertis, & ex noto corporum electricorum a non electricis discrimine phænomenon descendit. Hinc etiam est notabilis alia eorum corporum differentia, quod scilicet corpora communicatione electrica semel ac attingantur corpore non electrico, neque *separato*, omnem electricitatem, explosa scintilla, amittunt; non vero corpora origine electrica. Id vero ulterius confirmat quod superius diximus, materiam electricam intra corpora non electrica fluere, non vero circa illa per eorum atmosphæras, & aerem evibrari.

311. 2. In corporibus communicatione electricis vis hæc versus omnes partes æqualiter agit, distribuitur, effunditur; cujus rei causa ex hactenus dictis satis constat.

302. 3. Quod flamma a materia electrica non attrahatur, neque repellatur, ex peculiari ejus partium statu provenit. Flamma sunt particulæ corporum, quæ inflammantur, inter se divisæ, & peculiari motu agitatæ. Dum in corporibus quiescebant, nullam componebant flammam: omnes autem hujusmodi particulæ, dum flamma non sunt, hoc est, eum motum, atque statum non habent, attrahuntur: Si igitur solummodo non attrahuntur, postquam in flammam abierunt, id totum a statu inflammationis pendet. Dicine poterit, flammam non attrahi, quia ejus partes continuo semper motu diffluunt, atque dissipantur?

PROPOSITIO XXVIII.

313. *Corpora levia attrahuntur, donec æqualem acquirant electricitatem, seu atmosphæræ densitatem.*

Ex-

Experimenta propolita rem remonitrant. **Corpora** levia vix electricam atmosphæram attingunt, atque ingrediuntur, attrahi incipiunt: lentius tamen & remissius, quam cum intra eamdem atmosphæram altius fuerint immersa; quo magis ad electrificatum corpus admoventur, magis etiam augetur attractionis intensitas: interim tamen dum attrahuntur, & ad corpus accedunt, electrificantur, & vim acquirunt: quamdiu igitur ad contactum non perveniunt; augetur ut plurimum eorum electricitas, cum ejus intensitas uniformiter usque ad corpus electrificatum major semper existat: cum ad contactum pervenire, ad summam electricitatis intensionem accedunt; tum vero ob peculiarem ejus materiæ indolem, tendentem semper ad æquilibrium, & æqualem diffusionem, vim electricam æque intensam accipiunt, atque in attrahente corpore existit: illa igitur materia in attracto corpore æque densa, & accumulata æquales habet vires, imo & atmosphæram, aut, si mavis, vorticem circa se ipsum æquis viribus sese expandentem, atque corpus attrahens. Cum igitur corpora attracta tum solum repellantur, cum ad contactum pervenere, aut prope contactum (si electricitas sit maxime intensa); usque ad contactum autem semper attrahantur; manifestum est, levia corpora attrahi, donec acquirant æqualem electricitatem, seu atmosphæræ densitatem.

314. Attractio igitur corporum ex eorum inæqualitate virium, seu densitatum materiæ electricæ, aut vorticum tum intra ipsa corpora, tum circum ipsa existentium provenit. Quamdiu enim attrahuntur corpora; virium intensitates non habent æquales; cum primum materia electrica ad æqualem in utrisque virium, & atmosphæræ intensitatem pervenit; illico se fugiunt corpora: inæqualitas igitur virium in attractionem influit.

315. Rursus ex eodem principio, atque experimento sequitur, vim diffusionis in hoc etiam ejus materiæ phænomenon maxime influere: ex ea enim virtute oritur æqualis illa ejusdem materiæ per duo præfata corpora, attrahens scilicet, & attractum distributio; cum igitur uniformis hæc, atque æqualis distributio, seu æqualitas virium ad corporum repulsionem requiratur; tamdiuque sese attrahant cor-

po-

pora, quamdiu ad eam virium æqualitatem non perveniant; consequens est, utriusque phænomeni principium, & causam esse vim illam diffusionis materiæ electricæ. De his tamen iterum redibit sermo.

PROPOSITIO XXIX.

316. *Ubi est inæqualitas virium, seu densitatum materiæ electricæ in duobus corporibus, illic est attractio; ubi vero vires fuerint æquales, illic repulsio.*

Est dicere, tamdiu corpora sese mutuo attrahent, quamdiu inter illa sit inæqualitas virium, seu densitatum materiæ electricæ; tamdiu vero sese repellent, quamdiu æqualem habuerint electricitatis intensionem. Propositio ex modo dictis fere jam demonstrata est: ulterius tamen experimento, & ratione confirmatur. Et quidem, quod secundam partem attinet, cum materiæ electricæ particulæ vim habeant, qua sese mutuo ad æquilibrium componere adnituntur, & per corpora uniformiter distribuuntur; consequens est, ut sese mutuo, & æqualiter repellant; imo mutua hæc, atque æqualis earum repulsio est ejus diffusionis, atque distributionis causa: nisi sese repellerent, in compressionis statu permanerent. Pone igitur duo levia corpora æqualem habere electricitatem, atque ad mutuum contactum pervenisse: cum atmosphæras, aut vortices electricos habeant æque intensos, & sese mutuo repellentes, alterum ab altero necessario fugient. Sed experimentis, quæ ultimo retulimus, ad evidentiam demonstratur, corpora æqualiter electrica sese mutuo repellere, quoad extra suarummet virium atmosphæras detrudantur. Cum experimenta rem eamdem in omni corporum genere demonstrent; cum non modo solida, sed etiam fluida, non modo corpora electrica, sed etiam non electrica, imo & electricitas ipsa, seu particulæ electricæ, dummodo libere moveri possint, sese expandant, fugiant, repellant, cum æqualem electricitatis intensionem habent: satis ab experimentis demonstrata est secunda propositionis pars.

317. Primam similiter phænomena, & experientia evincunt. Equidem corpora electrificata, & virium atmosphæris prædita ad sese attrahunt corpora quæcumque non electrificata, & ab iis vicissim attrahun-

tur, seu potius ad illa æqualiter deferuntur, & impelluntur: cum omnis actio corporum sit mutua: in his autem omnibus est actionum, & virium inæqualitas. Deinde si foliis aureis, aut quibuscumque levibus corporibus electrificatis alia admoveas etiam electrificata, minori tamen, aut majori virtute prædita, quam prima, ad sese mutuo semper trahuntur; quæcumque tandem sit corporum species, quæ observationibus abhibentur; sat igitur experimentis demonstrata est utraque propositionis pars.

COROLLARIUM.

318. Quamplurima ex hoc principio, & electricæ materiæ proprietate phænomena deducuntur, & effectuum explicatio, quos passim in rebus electricis observamus, & partim jam retulimus, partim vero deinceps afferemus: unum modo indicare, & deducere sufficiat, alia multa inferius prosecuturi. Iterati illi aureorum foliorum, & imaguncularum itus, & reditus atque promptissima, ac vivacissima motuum lusio a tubo ad patinam, & vicissim a patina ad tubum, est necessaria illius principii consequentia. Folium aureum non electricum patinæ impositum, & tubo electrificato admotum, ab illo (vix ejus atmosphæram ingreditur) attrahitur, cum sit virium inæqualitas: vix ad contactum pervenit, æqualem virium intensitatem, & atmosphæræ densitatem acquirit: illico igitur repellitur ad patinam: semel ac patinam impingit, corpus nimirum communicatione electricum, & cum Terra communicans; vim totam, & atmosphæram amittit, quæ ob vim diffusionis per Telluris globum distribuitur, ut postea fusius explicabitur: amissa electricitate, en virium iterum inæqualitatem: ad tubum igitur avolat folium materiam accepturum, & denuo revolaturum. Atque hoc modo actionum, & virium æqualitas, inæqualitas, earumque vicissitudo ludicrum illud spectaculum nobis exhibet. Quodsi loco patinæ metallicæ corpus aliquod origine electricum substituas, cui aureum folium imponatur, & supra quod recidat: tum vero post primam repulsionem a tubo ad illum non revolat; quia cum electricitatem acceptam non transmittat, virium æqualitate servata, semper repelli-

tur:

tur: illud tamen digito continge, illico ad tubum revolat; quia vires ab illo extraxisti; ad inæqualitatem rediit. Si folium a tubo sursum in aerem repellatur; 7 aut 8 minuta suspensum detinetur, quibus elapsis in tubum labitur, & attrahitur: quia eo in casu paullatim solummodo materiam electricam circumposito aeri impuro, & natantibus in illo vaporibus communicat, atque ad inæqualitatem reducitur. Plurima his similia inferius exponemus; atque eodem principio explicabimus.

PROPOSITIO XXX.

319. *Vires repellentes eo sunt majores in corporibus electrificatis, quo intensiores sunt electricitates aliunde æquales.*

Hæc propositio non solum ex probato hactenus principio, sed, quod caput est, ab ipsismet experimentis deducitur. Materiæ electricæ particulæ, cum vi præditæ sint, qua sese mutuo repellunt; ad æquilibrium quoad densitatem, & raritatem secundum corporum ipsorum indolem distribuuntur: quo magis igitur hujusmodi particulæ fuerint accumulatæ, atque compressæ, & densæ; eo intensior in iis erit vis repellens, atque diffusionis secundum propriam corporum elasticorum compressorum indolem, ut in aere animadvertimus, cujus vis elastica compressioni & accumulationi partium est proportionalis. 2. Crescente electricitate corporum, augetur etiam eorum atmosphæra electrica non solum secundum amplitudinem, sed etiam secundum intensitatem, cæteris quidem paribus: sicut igitur crescunt vires attrahentes, aucta virium intensione; crescent etiam repellentes; cum utriusque virtutis elementa, hoc est, partes electricæ numero, & accumulatione augeantur. Præterea commune hoc etiam est aliis qualitatibus, puta calori, luci &c.

320. Sed experimenta ipsa citra omnem argumentorum, & verborum ambagem propositionem demonstrant: quamdiu tubus, aut conductor modicam habent vim electricam; levia corpora non solum ad minorem distantiam, sed etiam remissius repellunt post contactum, quam postquam vehementius electrificantur: cum igitur in contactu pares sint virium

intensiones in utroque corpore sese contingente; eo vehementius sese repellunt corpora, quo intensiores in iis fuerint electricitates aliunde æquales.

PROPOSITIO XXXI.

321. *Intensitas virium attrahentium est in ratione directa inæqualitatis virium, seu electricitatum, hoc est, eo vehementius sese attrahent corpora, quo major in iis fuerit densitatum electricarum inæqualitas, aut differentia.*

Duo hæc ratione, & experimentis confirmata habemus, æqualitatem virium, seu densitatum esse principium, & causam repulsionis, inæqualitatem vero attractionis: æqualitas non potest augeri; possunt tamen augeri intensitates, & vires utrinque semper æquales: & hinc vires repellentes crescunt solummodo crescentibus virium densitatibus aliunde semper æqualibus; cum æqualitas sit semper ad repulsionem necessaria. Ex adverso inæqualitas multiplici ex capite augeri potest inter duorum, aut plurium corporum vires: vel enim in uno corpore crescunt, in alio minuuntur, vel in uno augentur, in alio invariatæ manent: vel inæqualiter crescunt, aut decrescunt in utroque; atque hoc modo plures combinationes fieri possunt circa duarum virium inæqualitatem, quas inferius prosequemur, cum peculiaria phænomena exponemus: Modo universalem legem probare sufficiat.

322. Corpora levia omnia electricitate destituta, & ad atmosphæram corporis electrificati admota attrahuntur: rursus si duo levia corpora tubo electrico admoveamus, quorum unum nullam, aliud vero aliquam, sed remissiorem, quam tubus ipse, electricitatem habeat; longe vehementius primum ad tubum rapitur, quam secundum: atque hoc ipsum generaliter in omnibus corporibus. Deinde plura levia corpora inæqualiter electrificemus, atque eidem tubo ad æquales distantias admoveamus: vehementius semper illa attrahi, & ad tubum convolare observabimus, inter quæ major existit virium, seu intensitatum differentia: quocumque tandem ex capite id discrimen proveniat. Ratio etiam ipsa proprietatibus electricis aliunde notis innixa rem demonstrat: Inæqualitas

litas virium, seu densitatum attractionem semper producit: aucta igitur causa, crescet etiam secundum eamdem rationem effectus. Quare duo corpora inæqualibus electricitatibus prædita consideranda sunt relatu ad se invicem, atque ad attractionis phænomena, quasi inter illa non esset nisi densitatum discrimen, atque virium differentia; secundum illam enim tantummodo sese mutuo attrahunt. Plurima hic explicari possent nota alias phænomena, quæ a duabus hisce propositionibus dependent: omnes etiam virium combinationes adduceremus, secundum quas electricitatum discrimina, atque relativæ actiones comparari possunt: omnia tamen hæc commodius infra explicabimus.

§.

EXPERIMENTA, ET PROPOSITIONES

QUÆ

MATERIÆ ELECTRICÆ PHÆNOMENA IGNEA, ET LUMINOSA SPECTANT.

EXPERIMENTUM I.

323. Hactenus priores materiæ electricæ proprietates, *Excitationem* nimirum, *Communicationem*, *Attractionem*, *Repulsionem*, *Motum* consideravimus; aliqua etiam obiter attigimus ejusdem materiæ lucem, atque calorem spectantia; postrema hæc duo pari sane admiratione digna modo prosequamur: atque ex modo dicendis superius jam exposita iterum confirmabuntur.

324. I. Si corpora quædam origine electrica vehementer perfricemus, atque in tenebris contemplemur; lucem illa ex sese emittere animadvertemus: quin etiam eorum aliqua post peractam frictionem in tenebris servata diuturnum satis tempus lucebant: id quod in adamantibus potissimum, aliisque pretiosis lapidibus comperit *Boyle*, *Guerike*, *Hauksbèe*, *Du Fay* & alii.

325. 2. Hujusmodi lumen non tantum in aperto aere & pleno, sed etiam in vacuo diffundebatur, & lucebat: primumque hoc fuit lucidum phænomenon in materia & corporibus electricis animadversum. Magna, quæ inter ipsum, & phosphoros intercedit, analogia bene multis persuadet, eamdem utrobique esse causam, & materiam. Hæc phænomena nihil fere sunt, si cum aliis modo dicendis comparentur.

326. 3. Omnia corpora, quæ electricitatem aliqua tandem ratione, frictione nimirum aut communicatione acquirunt, hoc est, omnia, aut fere omnia corpora nobis nota, sicut attrahunt, & repellunt, cum electrificantur, ita & lucem aliquam, ac ignem ex se emittunt, aut in se recipiunt. Lucis tamen, & scintillarum e diversis corporibus erumpentium vivacitas, intensitas, color magnum inter se discrimen habent. Inter omnia corpora origine electrica primum tenet locum adamas, gemmæ reliquæ, & vitrum; quorum lux clarior, & vividior est, quam illa ambari, resinæ, picis &c.

327. 4. Hominem electrificatum & *separatum* alius non electrificatus, neque separatus digito attingat, luminosa illico scintilla a contacta hominis parte in digitum evibratur, quæ non modo illuminat, sed eum in digito, ac contacta hominis electrificati parte dolorem creat, quem ex adustione sentimus; vividiorque, aut remissior est pro electricæ materiæ atque scintillarum erumpentium intensitate.

328. 5. Cum scintilla elicitur vivacissima, ac in spiritum vini dirigitur, in eoque recipitur, eum inflammat, idemque omnino in aliis corporibus similibus peragit. Duo hæc postrema phænomena, quorum primum *Du Fay*, secundum *Ludolf* primi experti sunt, dubitare amplius non permittunt, fluidum electricum esse verum, ac proprium ignem, quam sententiam omnium primus in medium produxit *Du Fay*. Infra tamen demonstrabimus, ignem electricum peculiares habere proprietates, quæ communi minime conveniunt.

330. 6. E corporibus origine electricis clarior, vivacior, atque intensior elicitur scintilla, cum illa corporibus non electricis fricantur, puta charta inaurata, manu arida, & aliis similibus. Iterum tamen hic animadvertendum est, hoc phænomenon, sicut &

alia

alia superius relata, feliciter non procedere, nisi corpora ad experimentum adhibita prius exsiccentur, si aliquam forsitan habuissent humiditatem ante frictionem. Eædem etiam scintillæ vividiores, atque intensiores sunt (cæteris paribus) post vehementem frictionem, quam post paucas solum globi revolutiones; quod argumento est, corpora electricas scintillas evibrantia fluido electrico parumper instrui, quasi sclopetum, seu potius cuniculi nitrato pulvere instruuntur: Quæ quidem cum superius dictis consonant, imo ea confirmant.

331. 7. Alia præterea animadversione digna in hoc ipso experimento observamus: si ille, qui globum, aut corpus aliud electricum perfricat, cum tellure ipse per se se, aut mediis solummodo corporibus non electricis communicat; electricitatem in globo excitat, & ad conductorem transmittit: si sit *separatus*, quantumvis vehementer, & diutine frictio producatur, nulla in globo electricitas excitatur, neque in conductorem transmittitur.

EXPERIMENTUM II.

332. Ita construatur machina, ut globus & in libero aere, & intra machinæ pneumaticæ recipiens, aere plenus, aut evacuatus convólvi, atque fricari facile possit, ut a *Du Fay*, aliisque peractum fuit. Machina agente & globo quatuor hisce indicatis modis fricato, generaliter observamus, materiam, lucem, atque ignem electricum longe facilius, intensius atque vivacius in vacuo, quam in pleno excitari; per vacuum, quam per liberum aerem, diffundi.

333. 2. Si globum evacuatum communi ratione fricemus; frictione vix incepta, vivacissimos luminis radios ex tota globi circumferentia versus centrum per vacuum diffundi, atque ad hujusmodi phænomenon producendum vel levissimam frictionem satis esse animadvertimus. Aerem deinde in globum paullatim ingredi permittamus: tum vero quantumvis frictio data opera procedat vehementissima; lumen electricum sensim remitti, eoque magis languescere observamus, quo plus aeris ingreditur. Rem etiam intra aerem condensatum intra recipiens tentavit *Du Fay*, atque experimento comperit, aeris densationem

electricitati obesse, nullamque globi, aut tubi vitrei aere densato, & violenter compresso pleni frictionem satis esse ad ejus electricitatem excitandam, & electrica phænomena tum intra, tum extra tubum edenda (*).

334. 3. Ea facilitate in spatium vacuum irruit, ut satis sit, recipienti, seu vasi cuicumque evacuato tubum electricum admovere: ante contactum enim fluidum electricum in vacuum irruit, totamque objecti vasis capacitatem illuminat. Clarior etiam, atque vividior animadvertitur materiæ electricæ in vacuo splendor, cum vas ipsum evacuatum succutitur, circumagitur, aut alio quocumque modo movetur, quam si maneat immotum.

335. 4. Phænomenon mirabile pariter atque jucundum hac in re *Haukşbee* omnium primus, plures vero alii post ipsum observarunt: Globum vitreum cavum 6 pollicum diametri cera signatoria fusa interius ita obduxit, ut tota zona inter utrumque polarem circulum esset illita, & opaca; a polis solummodo circulare spatium a cera liberum, & diaphanum relinqueretur. Globo evacuato, machinæ aptato, & supra manum prementem circumvoluto, cum e polis observabatur, in interiori, concavaque globi superficie supra opacam ceram luminosa manus fricantis imago, manui ipsi respondens apparebat in parte, qua premit manus: itaque distincta visebatur imago, quasi manus ipsa esset luminosa, cera vero signatoria esset omnino diaphana si digitus tantummodo premat, digitus tantum videbitur: uno verbo, illæ solum manus partes apparent lumine depictæ, quæ globum premunt, digitorum intervallis penitus obscuris.

EXPERIMENTUM III.

336. Corpora communicatione tantum electrica lucem

cem.

(*) *Lorsque l'air fut condensè du double de l'etat naturel, j'eux beau frotter le tube, je ne pus pas apercevoir la moindre lumiere, & il ne parut aucune etincelle.*

cem atque scintillas multo vividiores, ac intensiores, & impetu longe vehementiori emittunt, quam corpora origine electrica. Atque hinc est, quod ad hujusce generis experimenta, & phænomena observandum priora illa corpora semper adhibeamus, aliisque omnibus præferamus. In iis scintillis eliciendis præter ea, quæ supra diximus, præcipue observamus sequentia. *Primum.* Si *conductorem* non electricum, v.gr. ferreum filum, catenam, animalia ope globi vitrei electrificata, vel globum ipsum digito attingimus; scintillæ ab hisce corporibus in digitum evibrantur; a prioribus tamen corporibus ignis electricus vividior, intensior, magis unitus, majorique strepitu, quam a globo erumpit, & veluti exploditur, quantumvis omnem, quam habent, electricitatem a globo priora illa corpora accipiant.

337. *Secundum:* Scintillarum evibratarum intensitas atque vehementia rationem superficiei & longitudinis corporum e quibus evibrantur, habere videntur. Rursus evibratæ scintillæ eo ut plurimum clariores sunt, magisque splendent, quo majori cum impetu evibrantur: vehementior vero est impetus pro ratione intensitatis materiæ e corpore non electrico erumpentis, hoc est, in ratione densitatis, atque accumulationis materiæ in corpore electrificato. Et hinc cum conductores, seu tubi satis longi, atque capaces adhibentur, post vehementem & diuturnam eorum frictionem adeo promptæ, vividæ, & intensæ e tubo evibrantur scintillæ, ut tubum ipsum fulgurare diceres: fulgura nimirum, ut in parvo fieri potest, perfecte referunt: cum præter splendoris oculos ferientis vivacitatem, scintillæ in objecta corpora e distantia satis magna vehementissimo impetu, & strepitu in oculi ictu evibrentur, atque acutissimum generent dolorem.

338. *Tertium:* Si tubum electrificare diuturno tempore pergemus, quin ab illo scintillas eliciamus: postquam satis materiæ electricæ in tubum pertransiit, & densam atmosphæram circa ipsum componit, materia ipsa electrica nullo externo corpore extrahente, e conductore suamet indole, atque ingenio evibratur: tubus interim circumquaque luminosus apparet, & aliquando etiam fluidum electricum sub forma scintillarum & torrentis ignei erumpit: id tamen

men a conductoris figura maxime dependet : per conductoris enim angulos, si quos habeat, atque extremitates ignis plerumque effluit; effluendo penicilli formam refert, cujus apex tubum ipsum respicit, illique inhæret, atque insistit, ad partem vero oppositam basis dilatatur, & radii ipsi ampliantur, ac divergunt. Luminosi hujusce penicilli radii non solum a corpore recedendo divaricantur, sed eo magis ampliant, quo vehementior fuerit electricitas & materia densior. Eorum evibratio strepitu quodam peragitur, eum sonum referente, quem capilli, aut virides rami subtiles edunt ardendo.

339. *Quartum*: Cum digitum v. g. tubo electrificato ad scintillam eliciendam admovemus; novus apparet radiorum electricorum penicillus luminosus, digito adhærens, priori quidem respondens, multo tamen minor, & positione contrarius. Radii enim qua parte digito insistunt, divaricantur, & cum extra digiti superficiem in aere parum extendantur, stellam quamdam luminosam digito insistentem referunt, quo nomine eos postea radios nuncupabimus. Generatim præterea observamus, quod in duorum, aut plurium corporum communicatione electricorum comparatione, quorum alia aliis sint vehementiori electricitate instructa, penicillus semper appareat ex corporis vehementius, & intensius electrici; stellula autem e contrario ex parte minoris electricitatis videatur. Atque hinc, & ex aliis experimentis inferius adducendis statim demonstrabimus, penicillum luminosum esse materiæ electricæ e corpore effluentis indicium, stella vero materiæ ejusdem influxum in corpus aliquod minus electricum indicare. Neque etiam omittendum, quod si conductor sit vehementi electricitate instructus, in cuspidem desinat, illumque ulterius semper electrificare pergamus; ex ea cuspide penicillus perenniter effluat, & copiosum exilientis fluidi torrentem referat.

340. *Quintum*: Secundus ille penicillus, seu stella pro intensiori etiam tubi electricitate, atque superficie vividior est, & vehementior; tamdiuque durat, quamdiu prior alius, effluentis materiæ indicium, apparet, & corpus minus electrificatum alteri vehementius electrico rite admovetur. Singulis hisce penicillis in manum v.g. receptis acutus semper

per generatur dolor. Ab iis prætereа, cum in spiritum vini, pulverem nitratum, aut alias materias facile comburendas recipiuntur, prædicta corpora inflammantur; aliqua etiam funduntur, aut in calcem rediguntur, pro varia corporum indole: pluraque alia peculiaria fulgurum phænomena, species, & affectiones exhibentur.

EXPERIMENTUM IV.

341. Nullum hactenus circa rem Electricam factum fuit experimentum, quod vel æqualem sui admirationem hominibus ingereret, vel eos ad rem ipsam probandam atque hæc studia promovendum æque alliceret, ac experimentum *Lugduno-Batavicum*, nuncupatum vulgo *de Leiden*, alioque nomine *Coup foudroyant* (ictus fulminans) appellatum. Primus experimenti auctor *Cuneus*, nobilis Lugduni-Batavorum civis, rem fortuito casui debuit: cum enim Physicam Experimentalem coleret, & quædam experimenta electrica anno 1746 repeteret; in eam, quam modo dabimus, machinæ & rerum combinationem, atque effectum antea ignotum incidit. Assumatur vitrea phiala tenuis, bene munda atque exsiccata, quæ ad medium usque aqua impleatur: pars vitri aquæ superstans diligenter interius, exteriusque detergatur, atque exsiccetur: phialam hoc modo paratam manu ita prehende, & tene, ut manus partem tantummodo, & faciem aquæ respondentem complectatur. A conductore ducta sit catena, seu ferreum filum, quod ita inflectatur, atque dirigatur, ut per phialæ collum intromissum in aquam immergatur: quin tamen vitrum aliqua in parte contingat. Rebus ita dispositis, agenteque machina, cum satis jam electricitatis excitatum atque conductori communicatum fuerit; dum interim manu dextra v.g. phialam tenes, sinistra conductorem quasi scintillam eliciturus continge.

342.1. Tum vero vix conductorem digito attigisti, atque ab illo scintilla evibratur, illico in oculi ictu eam in manu, cubitis, pectore, aliisque corporis partibus intimam ac violentissimam concussionem senties, quæ medullitus omnino corpus penetret, & te quasi mortuum, & repentino fulmine percussum fuisse

se persuadeat. Non melius hujusce experimenti effectus ideam comparabis, quam ex ipsismet verbis *Petri van Muschembroek*, rem experti: *Tenant de ma main droite le vase de verre, tandis que j' essaiois de l' autre a tirer des etincelles; tout d'un coup ma main droite fut frappèe avec tant de violence, que j' eux le corps ebrandè comme d' un coup de foudre . . . les bras & tout le corps sont affectèes d' une maniere terrible, que je ne puis expliquer: en un mot, je crus, que c' etoit fait de moi* (a).

343. 2. Alia etiam est ratio ejusdem experimenti instituendi: loco nimirum phialæ vitreum quadratum satis amplum adhibetur, cujus utraque facies fuso stanno illinitur, & obducitur præter quamdam earum circumferentiæ fasciam duos fere pollices largam, quæ circumquaque relinquitur pura. Vitreum quadratum pluteo metallico ita impone, ut inferior stanni lamina cum terra communicet, superiorem vero catena, aut ferreum filum a conductore ductum contingat. Si, superiori laterali facie, seu lamina stannea vehementer jam electrificata, ope ferrei fili duplici flexura curvati (quem ipse vitreo manubrio gubernes, & manu teneas) communicationem inter utramque stanneam laminam inducas, (quod fiet, si uno eodemque tempore singulæ hujusce fili extremitates singulas quadrati laminas stanneas contingant, experimentum recte instituisti. Hac ratione rem peregit *Franklin*, omniaque experimenti *Lugduno-Batavici* phænomena quadrato hujusmodi vitreo produxit, ideoque quadratum *Magicum* nuncupatur. Cum experimentum postrema hac ratione peragitur, post vehementem electrificationem fulgur adeo rapidum, splendens, & vehemens a superiori lamina per filum inflexum ad inferiorem evibratur, ut illius splendorem ferre omnino oculi non possint. Strepitus etiam una simul editur, qui ad magnam distantiam auditur, & tonitrum refert. Scintilla hæc seu fulgur aureum folium inter duas lamellas vitreas interpositum in transitu offendens, in ictu oculi ita fundit, atque intra vitrorum substantiam adeo profunde, & medul-

(a) *Lettre de Mr. Muschembr. a Mr. de Reaumour.*

dullitus coagmentat, ut nulla deinceps arte separari possint.

344. 3. Hujusce tamen experimenti effectus, & sensus ex illo in nobis habiti (cum priori modo res instituitur) non sunt in omnibus periculum facientibus omnino iidem: primo enim opus est, ut excitata, atque communicata electricitas sit satis vehemens, atque intensa. 2. Pro multiplici varioque hominum temperamento, debilitate & viribus acutiorem vel remissiorem sensum, dolorem, aliosque effectus producit. Sunt tamen, quibus vel mortem ipsam parient, ut facile ex relata fulguris vehementia intelligere possumus, & periculum in aliquibus jam animantibus factum nos docebit.

Plurima theoremata ex allatis hucusque experimentis deducuntur, quorum partem modo proponemus, alia in lectionem sequentem aliis præterea observationibus confirmanda remittimus.

PROPOSITIO XXXII.

345. *Spatia, & corpora illuminare, est alia etiam materiæ electricæ proprietas.*

Hæc Propositio est purum corollarium ex relatis modo experimentis descendens. Constat enim, materiam electricam, cum excitatur, & copiose a machina, aut globo in catenam, a catena etiam in alia corpora, vel etiam in machinam, seu globum transmittitur (hoc enim ultimum etiam evenire statim probabimus), luminosam esse: vel illa perenniter tamquam torrens erumpat, atque penicilli, & stellæ forma appareat, vel potius vivide, interrupte tamen evibretur, vel tandem ab corpore vehementissima electricitate prædito atque excitato undequaque in atmosphæræ modum dispergatur. Quocumque ex his modis materia electrica transmittatur, luminosi corporis munus agit, lucem etiam illam, quam inter globum & digitos manus globum fricantis observamus, esse pariter materiam electricam ab homine fricante in globum transeuntem statim probabimus. Si quis vero diceret, materiam electricam ex se quidem non esse luminosam, sed lucem solummodo ab illius actione excitari, eamque comitari: id ab experimentis probari primum oporteret; cum præcipue animadver-

tamus, materiam electricam non modo in pleno, verum etiam in vacuo, non in uno tantum, sed a quocumque corpore effluat, aut ingrediatur, lumen emittere.

346. Inter alias luminis proprietates in electricitate observatas, & quibus materiam ipsam electricam luminosam esse demonstramus, recenseri debent colores prysmatis Neutoniani. Si per medium prysma in vividum torrentem electricum aspiciamus; omnes septem colores prysmatis notissimos observamus; atque circumposita corpora vicina a torrente illuminata iisdemmet coloribus prædita apparent, quibus interdiu lumine solari depicta conspiciuntur.

PROPOSITIO XXXIII.

347. *Notissimas etiam Ignis proprietates superius relatas, perfectiori tamen atque intensiori gradu habet materia electrica.*

Propositio post adducta modo experimenta aliis probationibus non indiget. Notiores, atque propriores ignis proprietates sunt *incendere*, *inflammare*, *in vapores*, *fumos*, *cineres*, *calcem redigere*, *fundere*: omnia hæc peragit etiam materia electrica, ut modo retulimus: magnum tamen inter utrumque interest discrimen: Ignis noster relatos effectus lentissime, & remisse producit: si cum viribus electricis compararetur; hæ enim vehementia, intensitate, atque brevitate fere incredibili illa omnia efficiunt, ut & ab experimentis nostris evidenter inferimus, & partim etiam in experimento Batavico observamus, quantum in minimo, atque arte nostra perquam debili maxima ipsius naturæ phænomena imitari possumus. Quanta enimvero est differentia inter artem & naturam, inter scintillam electricam e conductore, aut globo elicitam, & fulmen aut terræmotum, tanta etiam existit in harum caussarum effectibus. Qua sane vehementia in oculi ictu fulmine, hoc est, scintilla electrica a natura ipsa evibrata in fumos, vapores, cineres, & calcem redigantur corpora, vix concipere possumus. Est igitur materia electrica purus ignis Elementaris, aut etiam communis? Hoc vero est, quod in sequenti lectione differemus, in qua & relatas jam, atque demonstratas proprietates ulterius explicabimus, & alia etiam

iam adjungemus, quibus materia electrica non leviter ab igne discriminatur; sive id a propria utriusque natura proveniat, seu potius a diversis aliis materiis, quas alter præ altera secum deferat.

Atque ex hucusque dictis satis constat Electricæ materiæ definitionis a nobis in hujusce tractatus limine propositæ veritas. Eam enim per illas proprietates definivimus, quas deinde multiplici propositione indubiis experimentis demonstravimus.

PROPOSITIO XXXIV.

348. *Materia electrica multo facilius, copiosius, atque velocius e corporibus effluit, aut in corpora ingreditur per cuspides & angulos, quam per obtusas, latasque superficies.*

Hoc aliud est generale electricitatis phænomenon in omnibus corporibus rei ipsius capacibus observatum, ab experimentis deductum, atque demonstratis jam ejusdem materiæ proprietatibus consonum, imo & innixum. Experimenta rem probantia num. 306. 307. &c. descripsimus: e quibus constat non modo per cuspides facilius, & copiosius effluere materiam electricam; verum etiam totam electricitatem per conductorem in cuspidem desinentem perenniter transmissam, licet intensissima sit, per cuspidem ipsam sub fulgentissimi pennicilli forma ita perenniter & copiose effluere, ut conductor ipse aliis ex partibus attactus aut nullas, aut valde remissas scintillas evibret: quasi scilicet nullam, aut vix sensibilem electricitatem haberet, licet eodem tempore a globo in conductorem, & ab uno hujusce extremo ad aliud per totam ejus longitudinem vehementissima, & copiosissima electricitas transcurrat. Atque hinc est, quod conductor in acutum apicem desinens, quantumvis adnitamur, nihil aut parum electricitate instruitur, & siquam tandem tenuissimam accipiat; id non nisi post multum temporis, atque laboris obtineamus. In eamdem rem est notissimum *Jallabert* experimentum: ferrea virga conductori admota plus materiæ electricæ, atque e majori distantia elicit, cus-

cuspide ad conductorem conversa, quam si rotundum caput convertatur (a).

349. Ex superioribus habemus, materiam electricam in corporibus communicatione electricis addensari, in atmosphæram componi, magna vi sese expandendi præditam esse, per conductorum longitudinem velocissime transferri, & magnam in circumposito aere resistentiam offendere, ab eoque potissimum habere, ut in atmosphæram circa conductorem componatur: Ex his autem omnibus sequitur, eamdem materiam per spicula potius, & cuspides, quam per latas superficies effluere, & ingredi; major scilicet illic est corporum longitudo, minus aeris cuspidi, quam latæ superficiei respondet, atque resistit, densiorque tandem per spicula; quam per alias partes adigitur, & transmittitur materia. Jam vero indolis est fluidi cujuscumque maxime compressi, & sese dilatare, atque expandere conantis, ut illac potissimum, majorique vi effluat, qua & minus resistitur, & magis ipsum ad effluendum, aut influendum compellitur: rationi igitur atque notis materiæ electricæ proprietatibus consonat, atque innititur veritas in Propositione asserta, & experimentis aliunde demonstrata.

350. Plurima alia ex iisdem experimentis deducuntur, quorum partem jam superius aliis observationibus stabilivimus, & obiter modo confirmationis gratia iterum indicabimus, tamquam probatæ jam doctrinæ corollaria: partim vero ad Electricitatis theoriam spectant, atque in sequenti lectione prosequemur.

COROLLARIA, EX DICTIS.

351. *Primum*: *Constat igitur* 1. *materiam electricam & in pleno, & in vacuo existere, atque utrobique sua phænomena edere, excitari, lucere, attrahere, repellere, scintillari &c.* Hæc omnia experimenta ultimo relata evincunt. Interim tamen non decidimus, permeet

(a) *Hist. de l' Acad.* 1735. p. 18.

meet necne illa materia per vitrum in vacuum: suus statim erit huic argumento locus.

352. *Secundum : Satis proinde ab experimentis demonstratur, neque materiam electricam esse aerem, neque ejus phænomena ab aere produci.* Fuerat hæc alicujus præclari alias philosophi opinio, vel potius conjectura, dum res electrica ad id, quo modo est, lumen non pervenerat. Equidem intra machinæ Pneumaticæ recipiens aere (quantum humana industria fieri potest) evacuatum materia electrica existit, ejus phænomena eduntur.

353. *Tertium : Lumine, & scintillis electricis ulterius confirmatur, aerem materiæ electricæ magnopere resistere.* Eamdem veritatem superius aliis observationibus probavimus; iis nova hæc etiam experimenta consonant, eamque ulterius confirmant: materiam enim electricam, semel ac inducitur vacuum, per illud sese facillime diffundere & luce adimplere, dum interim nihil hujusmodi in pleno peragit, numeris 300. &c. observavimus: placidissime etiam in vacuo lux diffunditur, longior, magisque collectus erumpit illic penicillus: dum in pleno contraria sunt omnia.

354. *Quartum : Sicut decrescente aeris densitate, facilius electrica phænomena eduntur; ita ex adverso aeris densitate crescente, magis semper augentur electricarum rerum phænomena.* Est dicere, corpus electrificatum facilius in rariori, difficilius in densiori aere phænomena electrica producit. Hoc etiam modo dictis consonat, & experimentis innititur. Aer scilicet corpus materia electrica instructum circumdans, est naturale repagulum, quo fluidum illud, ne a corpore abeat, detinetur: rarescente igitur aere, debilitatur etiam naturale electricitatis impedimentum; faciliusque a premente semper, & urgente fluido detento perrumpetur.

355. *Quintum : Materia electrica novam nobis rationem, & vim demonstrat, qua corpora alias opaca ipsiusmet actione fiunt pellucida.* Alia hæc est illius proprietas, nobis ab experientia tantum nota. Materiam electricam esse luminosam, aut cum luce conjunctam demonstravimus: ea autem corpora, quæ luminis actionem, aut materiam transmittunt, sunt aut fiunt pellucida: cum ergo tanta sit electrici flui-

di vehementia, ut trans signatoriam ceram agat, idemque illic efficiat, ac si reapse transmitteretur (in sensu statim explicando), consequens inde est, signatoriam ceram electricitate aut fieri pellucidam, aut pellucidi corporis munus agere. Hic vero pelluciditatis status neque lumine communi obtineri potest, neque post peractum experimentum permanet, ut in aliis corporibus, quæ pellucidæ sunt ad lucem solarem, fieri videmus: primum a magno virium electricarum excessu supra lumen provenit: Secundum vero, quia prædictum phænomenon est præsentis tantum, & actu agentis electricitatis effectus. Sed de hoc iterum inferius.

356. *Sextum: Corpora origine non electrica non solum materiam electricam in sese recipiunt, addensatam, & accumulatam servant, sed eam etiam facillime emittunt: contraria omnia in co poribus origine electricis accidunt.* Hinc tamen inferri nolim, plus materiæ electricæ in primis, quam in secundis contineri; cum ex multiplici alio capite res possit provenire. Utrum etiam scintillæ a postremis illis corporibus elicitæ, ab interioribus eorum sinubus explodantur, an vero a materia solummodo circum eorum superficiem accumulata evibrentur, ab experimentis edocebimur.

PARS SECUNDA.

Philosophorum de materiæ Electricæ natura opiniones: probabilior totius rei theoria, & principium exponitur, quo Electricitatis phænomena hucusque nota explicantur.

357. Hactenus præcipua rerum Electricarum phænomena, atque experimenta proposuimus, ex iisque materiæ electricæ proprietates deduximus: plurima supersunt nobis prorsus incognita, quæ fortasse ventura tempora, & major posterorum diligentia invenient: plurima etiam omnem humanam industriam fugient. Inter hæc postrema locum potissimum habent ipsiusmet fluidi electrici natura, excitatio, virium acquisitio, propagatio. Quid scilicet rei est materia electrica? Est ne eorum fluidorum aliquod, quibus nomina saltem imposuerunt Philosophi, Ma-

te-

teria Ætherea, *Ignis Elementaris*, *Materia subtilis*, liqua existit ab aura ætherea distincta? An potius est peculiare aliud fluidum ab hisce & omnibus cæteris antea notis distinctum? 2. Unde materiæ Electricæ adveniunt, quove pacto adquirit mirabiles illas, atque prodigiosas vires, quibus effectus vix alioquin credibiles exequitur? Qua etiam ratione subtilissimum illud fluidum per solida corpora permeat, mirabilique celeritate excurrit, ac intimam eorum substantiam penetrat? Hæc & alia quamplurima sunt, quæ hac nostra ætate omnium Philosophorum ingenia torquere possunt.

ADNOTATIO HISTORICA.

358. *Circa materiæ Electricæ naturam triplex potissimum est Physicorum opinio. Est ignis elementaris, inquiunt philosophi hac tempestate celebres; Ignis ille secundum hujusce sententiæ fautores præter notissimas illas proprietates, quas in loco recensemus, & in omnibus corporibus indiscriminatim exerit, aliis etiam magis peculiaribus præditus est, quas solummodo in quibusdam corporibus, & circumstantiis prodit: neque enim novum, aut mirum est, in uno eodemque fluido plurimas inesse proprietates ac vires, a quibus diversi, imo & aliquando in speciem saltem oppositi edantur effectus pro corporum diversitate, in quibus fluidum ipsum existit. Atque hoc primum est sententiæ caput a* Franklino *statutæ, qui mira ingenii sagacitate, industria, & labore rem Electricam in America promovet.*

359. *Materiam Electricam ab Ætherea non distinguunt alii, earumque postremam cum Elementari Igne nequaquam confundunt. Materia hæc ætherea ab antiquissimis philosophis Græcis, Romanis, Barbaris nota atque admissa, si hosce Physicos audiamus, est omnium naturalium motuum, atque effectuum universale principium, & commune naturæ virium promptuarium, quæ ab illa statutis a Deo legibus distribuuntur. Huic ergo materiæ tribuitur corporum gravitas, calor, frigus, elasticitas, & mille id genus alia. Hic philosophandi modus non multum a Cartesianismo abludit: notum est, similia omnino materiæ subtili tribuisse* Cartesium, *in eamque omnium virium & motuum originem retulisse. Eam sententiam nullus hominum falsam*

esse demonstrabit, aut secundum illam adducta hactenus phænomena explicari non posse conficiet: licet quamplurima sint maximi ponderis argumenta, quæ eamdem opinionem impugnent. Quod tamen eam meo quidem judicio potissimum implicat, est ipsiusmet rei obscuritas, atque multiplices hypotheses. Ætheris naturam definire, ejus diffusionem statuere, omnium rerum naturalium motus, & effectus in illam referre, atque tamquam primum unicum & universale virium promptuarium a Deo statutum concipere, hæc, inquam, omnia atque quamplurima alia, quæ in hac sententia admittere oportet, obscurissima sunt, & maxime incerta. Sed hæc, iterum dico, sententiam captu potius difficilem & non nisi multis discussionibus, atque experimentis præmissis tenendam ostendunt, quam falsam esse demonstrent.

360. Tertia demum sententia materiam Electricam peculiare quoddam esse fluidum statuit ab omni alio Philosophis hactenus noto distinctum; eamque distinctionem ex singulari ejus materiæ indole ac proprietatibus deducunt, quæ communibus aliorum corporum legibus conformes esse non videntur. Res ipsa & mira electricitatis phænomena opinioni probabilitatem conciliare videntur. Qui in hunc sensum ratiocinantur, materiam magneticam ab omnibus etiam aliis fluidis distinctam esse autumant, quamvis non levis inter effectus electricos & magneticos intercedat analogia. Cum res sit maxime obscura, & sæpe etiam fiat, ut ab ea parte stet veritas quæ majoribus in speciem difficultatibus premitur, nullam ego dictarum opinionum refellam, satisque mihi erit, si quæ probabiliora mihi videntur, in medium afferam.

361. Generalia tamen hæc sunt, propius in rem ipsam descendunt Nollet & Franklin: quorum primus phænomena electrica per duplicem materiæ torrentem contrario sensu fluentem exponit, alium scilicet a corpore electrificato effluere, alium vero in illud vicissim eodem tempore affluere contendit, materiamque Effluentem, & Affluentem nuncupat. Quin etiam duplicis torrentis ope experimentum Lugduno-Batavicum fieri existimat, unumque per medium phialæ vitrum effluere, dum interim alius ad vitrum alia ex parte accurrit: vitrum igitur a materia electrica permeari inde deducit: Materiam etiam electricam a machina & glo-

bo vitreo in conductorem transmissam ab ipsomet potissimum vitro egredi autumat, in cujus locum alia e circumpositis corporibus materia in globum ipsum affluit: de qua re videri potest concertatio inter le Roy, *&* *Ab.* Nollet *in actis Acad. Parisiensis* (a), *quorum primus opposita omnia secundum* Franklin *systema egregie propugnavit. Quid rei sit istud Franklini systema, sequentia aperient.*

PROPOSITIO XXXV.

362. *Materia Electrica ab Igne Elementari non videtur esse distincta.*

In hac Propositione simplicium causarum naturam attingimus, quæ experimenta & sensus nostros fugiunt. Ab observationibus igitur illam demonstrare non possumus, sed tamen attenta illa, quam habemus, de Igne Elementari idea experientiæ innixa; perpensis etiam materiæ Electricæ proprietatibus hucusque expositis, & multiplici experimento demonstratis, propositionem ita evincimus.

363. Habemus scilicet primo, hujusmodi materiam esse subtilissimum fluidum corpora etiam densissima permeans, per illaque velocissime transcurrens: constat secundo, & magis adhuc probabitur, per universa terrena corpora eamdam esse diffusam; multiplici ratione in iis alterari, excitari, atque hujusmodi excitatione ad effectus suos producendos agi; viresque suas explicare: Tertio probavimus, materiam electricam, cum ab uno ad aliud corpus copiose evibratur, celebriores notissimasque proprietates Ignis, & Lucis edere: vividissime lucet, circumposita corpora illuminat, proprios eorum colores producit, omnes præterea prysmatis colores primitivos in se habet, aut potius ejus actio, atque radius per prysma trajectus in omnes colores modificatur, aut distribuitur; corpora deinde inflammat, in vaporem, fumum, calcem, pulverem redigit pro varia eorum indole, alia fundit, dolorem in nobis creat; qualem ex combustione experimur. Omnia autem hæc

(a) *Hist. de l' Acad.* 1753. *Memoires &c.*

hæc sunt notissimi characteres, & proprietates Ignis, atque materiæ luminis. Omittendum etiam non est, ab eadem electrica materia illusque actione rarescere corpora, plantarumque, & aliorum vegetantium nutritionem promoveri, atque adjuvari: Cum igitur universa hæc nulli præter Ignem conveniant, aliunde vero constet, nequaquam illa communi, atque impuro Igni, quem omnes tractamus, & novimus, perfecte saltem convenire: aliud dicendum non superest, quam materiam, de qua loquimur, esse Ignem Elementarem.

364. Quominus nostra propositio probabilitatem transcendat, sequentia etiam argumenta faciunt: Multiplex scilicet est inter materiæ Electricæ, atque Inis Elementaris phænomena discrimen. 1. Vitrum matriæ Electricæ maxime resistit, neque illam facile in se recipit, aut transmittit, ut supra jam indicavimus, & infra ulterius confirmabitur: lux tamen non modo illa solaris, verum etiam electrica per vitra transmittitur facillime: vitrum præterea ipsum ad ignem intensissimum solarem aut terrestrem vehementissime calescit, imo & funditur: nihil hujusmodi in scintillis electricis quantumvis intensissimis animadvertimus. Quin imo electricitatis actionibus non calescunt corpora, quantumvis diuturno tempore torrentes electricos excipiant: ut periculo sæpius facto ope thermometri edocemur; contraria autem omnia in igne observamus; duo igitur hinc inferri posse videntur, lucem electricam a materia ejusdem nominis esse diversam, postremamque hanc ab Igne etiam plurimum differre.

365. Resp. Plurima ab uno eodemque Igne Elementari fiunt, dum est quibusdam corporibus permixtus, quæ ab illo, dum purus existit, aut cum aliis corporibus adjunctus, aut diverse fiunt, aut nulla ratione peraguntur. Multiplex hujusce rei exemplum habemus in natura: nitrum seorsim ab aliis corporibus, etsi ad ignem applicetur, vix ullum aut strepitum, aut notabilem effectum edit; cum sulphure tamen permixtum horrendas strages producit. Purus ignis elementaris seorsim ab aliis corporibus vix est sensibilis, prodigiosos saltem illius effectus non producit: cum aliis materiis permixtus vires acquirit pene incredibiles: a diversis proinde corporibus, quibus-

bustum permiscetur, diversa etiam producit effecta, & phænomena. Licet igitur materia electrica non calefaciat; ignem inde haud esse non probatur, nisi prius demonstretur, ignem elementarem, quocumque in statu sit, eum effectum producere, quibuscumque tandem aliis materiis, seu substantiis sit permixtus.

366. Eodem modo ad plures alios effectus ab electrica materia atque ab igne, aut luminoso fluido diversa tamen ratione editos respønderi potest. Novimus enim, materiam electricam in ictu oculi corpora fundere; pauca tamen corpora, licet aliunde sint maxime ad comburendum apta, v. gr. sulphur, bituminaque alia, ab eadem inflammantur: contraria omnia in Igne communi observamus. Incredibilis etiam ejusdem materiæ efficacia in producendis effectibus cum ignis communis viribus comparari non possunt. Uno verbo, aliquæ in materia electrica proprietates animadvertuntur, communi igni nequaquam convenientes, & vicissim: utrumque igitur diversi omnino generis fluidum esse videtur.

Resp. Phænomenorum discrimen in argumento adductum non inficior; eo tamen utriusque materiæ diversitas non satis mihi suadetur. Aliter dicere oporteret, ignem, atque lumen solare diversi omnino esse generis, atque ignis Elementaris, & lux corporum terrestrium: quale enim discrimen inter effectus atque vires radiorum solarium ope speculi caustici in foco confluentium, & ignem nostrum communem? Quin imo radii ipsi solares in foco congregati differre a se ipsis prope contactum adhuc non unitis omnino viderentur: cum nulla sit proportio inter vehementissimam, & incredibilem radiorum intensitatem in foco ad eorumdem ante focum efficaciam, & effectus. Alia etiam quamplurima exempla in natura novimus omnino similia. Vapores ex. gr. ab aqua elevati sunt pura puta aqua; attamen eo in statu quale quantumque est eorum ab aqua discrimen, quæ proprietates toto cælo differentes, quoad compressionem, elasticitatem, raritatem, & hujusmodi alia spectat? Si quis vero ex hoc proprietatum, atque phænomenorum discrimine adeo notabili diversitatem etiam inter aquam & vapores inferret; male sane philosopharetur; cum ab experientia habeamus,

mus, ex solo ftatus discrimine ab una eademque fubftantia phænomena, & effectus produci maxime diverfos. Quidni igitur fimili ratione de Elementari igne philofophemur? Præcipui ejus characteres, & notiores proprietates materiæ Electricæ conveniunt: illa ergo, in quibus differunt, ex diverfo ejufdem omnino fluidi ftatu pendere atque derivari non poterunt?

In re obfcuriffima, atque ad fimplicium caufarum fyftema pertinente, in quibus homines cæcutimus, hæc dixiffe fatis; cum propofitionem nifi ut conjecturam nobis quidem probabiliorem affirmemus.

PROPOSITIO XXXVI.

367. *Ignis Electricus eft materia ubique in terrenorum corporum fyftemate diffufa, & per globum integrum atque illius atmofphæram diftributa.*

Hic jam eft communis Phyficorum fenfus circa Ignem Elementarem, ut in loco dicimus, & experientià probamus: neque alia eft eorumdem opinio circa materiam Electricam; etiamfi aliqui ab igne illam diftinguant. Experimentis tamen res probari facile poteft. Primo de corporibus origine electricis res apud omnes conftat, licet hujufmodi corpora fint fuæmet electricæ materiæ tenaciffima, neque facile aut propriam communicent, aut alienam recipiant. Corpora autem univerfa communicatione electrica ad experimentum, & machinam electricam adducta, pro diverfa, qua ad machinam, aut catenam applicantur, ratione materiam electricam communicant aut accipiunt; eam tamen femper impertiunt, quoties electricitate fua prius non fuerint fpoliata, & corpori minus electrico admoveantur. Corpus enim quodcumque communicatione electricum, atque materia fua non fpoliatum machinæ feu globo feparatis, & electrica materia deftitutis prope admoveamus; luminofum illico penicillum ab illo verfus machinam evacuatam effluere animadvertemus: cum igitur hujufmodi penicillus fit electricus torrens a corpore effluens, ut & ftatim probabimus, & ab affertoribus etiam materiæ affluentis, & effluentis admittitur; manifefte eruitur, in omnibus cor-

corporibus terrestribus materiam electricam esse diffusam.

368. Id etiam evincit naturalis ejusdem materiæ vis superius demonstrata, qua se circumquaque per omnia corpora diffundere, atque ad æquilibrium componi semper adnititur. Integrum tandem telluris globum esse amplissimum dictæ materiæ promptuarium, atque receptaculum vel ad evidentiam hæc duo probant, quod scilicet corpora quæcumque materiæ electricæ accumulatione electrificata eam illico, ac cum tellure comunicent, amittant & in eam transferant: & præterea quod materia in catenam a globo transmissa sit perennis torrens a tellure per machinam & globum derivatus: quorum primum experimentis supra relatis constat, secundum statim probabitur: ex utroque evidenter deducitur, globum terraqueum materiam electricam perenniter ex se emittere, & perenniter etiam in se recipere, ubicumque tandem experimenta instituantur.

PROPOSITIO XXXVII.

369. *Materiæ Electricæ diffusio, atque densitas non est in omnibus corporibus æqualis.*

Si omnia corpora essent homogeneæ materiæ, atque similia; æqualis ubicumque esset electricæ materiæ densitas juxta ejusdem indolem satis jam demonstratam: alius tamen est rerum status; corpora alia aliis magis materiæ electricæ resistunt, alia aliis facilius intra se recipiunt, & transmittunt: quia etiam inæquales ipsa electricos torrentes ex se emittunt, cum vel ad evacuatam machinam, vel corpori cuicumque alteri sua materia spoliato admoventur; materia igitur electrica non æqualiter per omnia corpora distribuitur, aut æquali densitate in iis accumulatur: si neque æqualem, aut æqualiter eam materiam recipiunt, neque æqualiter communicant, aut emittunt, magnoque alias resistentiarum discrimine illi opponuntur; consequens est, longe imparem esse dictæ materiæ in diversis quamplurimis corporibus densitatem. Hanc propositionem omnes admittunt veram.

PRO-

PROPOSITIO XXXVIII.

370. *Materiam Electricam ad æqualem sui diffusionem, æquilibrium, & densitatem semper tendere, atque adniti, ex ejusdem materiæ indole, & experimentis constat.*

Hæc propositio (quam jam superius attigimus) ad theoriam rei Electricæ a *Franklin* stabilitam propius accedit; licet aliunde ab aliis etiam non negetur: duplici enim effluentis, & affluentis materiæ torrente admisso, stat adhuc, utrumque ejusmodi fluxum a materiæ virtute provenire. Constat enimvero ab experimentis jam relatis, materiam electricam a catena, conductore, aut corpore alio electrificato in corpus quodcumque communicatione electricum; & prope admotum illico evibrari; dummodo minor sit in admoto corpore, quam in catena, aut conductore electrica materia, atque proinde illius densitas: scimus etiam ab omnibus, & singulis ejusdem corporis homogenei & electrificati partibus eodem modo scintillas evibrari æque intensas, si corpus communicatione electricum æqualiter, & similiter admoveatur: quod addimus propter ea, quæ superius circa angulos & cuspides corporum electricorum diximus. Ab experientia præterea habemus, in sequentibus & similibus aliis casibus nullam omnino scintillam haberi, primo, si electrificatæ catenæ aut conductoris pars una alteri admoveatur scintillæ eliciendæ gratia: *Secundo*, si una pars machinæ, aut ad machinam spectans aliam contingat. *Tertio*: Cum unus idemque homo ex. gr. electrificatus, aut plures secum ipsis mutuo communicantes, & electrici alius alium digito ad scintillam eliciendam contingant.

371. In omnibus iis postremis casibus materia electrica est in singulis ejusdem, aut diversorum similium corporum sese contingentium partibus æqualiter diffusa, ac densa, contra vero in prioribus ex hypothesi, atque ex ipsa rerum positione: in illis igitur eatenus expanditur, & diffundi adnititur, donec ad æquilibrium distribuitur: cum vix æquilibrium obtineatur in secundis, nulla haberi possit scintilla. Ulterius hæc ex statim dicendis confirmabuntur.

372. Ex Propositione igitur tamquam corollarium sequitur, quod attentis rerum naturis, atque materiæ Electricæ indole, hæc semper in æquilibrio existeret in corporibus nullaque in iis signa electrica, ad scintillas, penicillos; & stellas spectantia, ederentur; si nulla tum in iisdem corporibus, tum etiam & potissimum in dictæ materiæ intensitate, atque densitate debitaque distributione fieret mutatio. Quamdiu enim est æquilibrium, nulla est actio ex parte una contra aliam prævalens: est autem æquilibrium, quoties materia electrica habet in corporibus homogeneis parem densitatem, in heterogeneis vero illam, quæ sit singulorum texturæ, & indoli proportionalis.

PROPOSITIO XXXIX.

373. *Arte tamen, imo & a natura ipsa multoties fit, ut ignis electricus in aliquibus corporibus accumuletur, in aliis verò rarescat, & consequenter ut tollatur æquilibrium.*

Duplex in hac propositione insinuatur Electricitas; artificialis nimirum, atque naturalis, de quarum prima in præsentiarum agimus, secundam vero tum proponimus, cum de fulmine, & cæteris metheoris disputamus. Quod primam attinet (alia enim in loco probatur) luculentissime ex hucusque disputatis constat: machina enim electrica id potissimum obtineri, ut ad conductorem perennis fluat materiæ torrens, qui in conductore ipso recipiatur, servetur, ac proinde accumuletur; dum cum tellure non communicat, res ipsa, & experimenta superiora conficiunt. Torrentem enim in conductorem influere vel oculorum testimonio suademur, cum ab alia ejusdem catenæ extremitate penicillum luminosum effluentem animadvertamus. Hujusmodi torrentes in *separato* conductore accumulari, ipsamet separationis ratio, seu circumstantium corporum origine electricorum ac proinde electricam materiam non recipientium indoles evincit: conductorem enim electrificatum aere, aut vitro v. gr. circumdatum vim materiamque suam servare, res est prorsus indubia: id autem haberi a dictorum corporum ambientium resistentia, vel inde patet, quod rupta semel separatione, & condu-

ductore cum terra semel communicante, tota illico illius electricitas disperdatur. Rem eo deduxit *Le Monier*, ut phialam experimento Lugduno-Batavico adhiberi solitam, quasi sclopetum, materia electrica bene instructam, a conductore & machina separare, alio adducere, diuturno tempore instructam servare, ut pro libito in hoc vel illud corpus, in uno vel alio loco illam exploderet. tandem didicerit, atque rei modum docuerit (a). Jam vero hoc pacto electricitatis æquilibrium rumpi, res est per se manifesta.

374. Dum igitur res electrica hoc modo, & arte tractatur, in aliis quidem corporibus addensatur, & accumulatur materia; interimque in alteris rarescit. Supposito enim antecedenti æquilibrio, illud rumpi opus est, cum plus materiæ in datum quodcumque corpus introducitur, quam in illo antea existebat: in illo autem corpore, unde illud materiæ extrahitur, minus, quam antea, dum æquilibrium erat, remanere, res ipsa demonstrat.

PROPOSITIO XL.

375. *Phænomena Electrica, quæ ad penicilllum, scintillas, torrentes electricos luminosos, aut non luminosos spectant, ab eo eduntur, quod ignis electricus secundum æquilibrii leges a majori densitate in minorem erumpat, hoc est, a corpore ubi densior est atmosphæra, in aliud, in quo rarior est, effluat.*

Omnes propositiones, quas modo demonstramus, mutuam inter se connexionem, & catenationem habent; eaque propter mutuam a se invicem lucem accipiunt, cum ad eamdem theoriam spectent. Præter jam relata, & adhuc adducenda experimenta, ipsamet electricæ materiæ indole probari res potest: eam enim in corpora influere, in iis addensari, atque retineri, expandi tamen semper & ad æquilibrium sese componere adniti satis hucusque demonstravimus: inde autem sequitur, quod, si duo aut plura corpora sibi prope admoveantur, quorum unum majorem acceptæ materiæ electricæ densitatem habeat,

(a) *Hist. de l'Acad.* 174..

beat, quam aliud; ex primo ad secundum erumpere, atque evibrari debeat materia; cum majori densitati majores etiam respondeant, atque insint vires: hujusmodi ignis, dum ita magno cum impetu ab uno in alterum corpus exploditur, & reapse in secundum illud corpus transit, & relata edit phænomena, hoc est, scintillatur, lucet, penicilli formam acquirit, stridet etiam atque fremit, & perenni luminoso torrenti elabitur. Eadem etiam veritas ab ipsismet experimentis deducitur: Etenim neque inter ejusdem, aut diversorum corporum æquali electricitate præditorum partes, cum sibi invicem admoventur, electrica illa signa eduntur; neque corpora inæqualiter electrificata ad se mutuo accedunt; quin signa illa luminosa, electricitatis characteres, atque effectus, appareant, & ea semper explodantur, ut penicillus ex parte majoris densitatis, stella autem contra in opposito corpore minus electrico videatur, in sensu hactenus tradito.

PROPOSITIO XLI.

376. Penicillus *luminosus est nota materiæ electricæ effluentis e corpore, ubi densior, ad corpus, ubi rarior illa existit: contra vero* stella *alicui corpori inhærens est ejusdemmet materiæ in corpus illud influentis nota: Unicum proinde materiæ torrentem in quolibet experimento electrico agnoscimus, ab uno quidem corpore effluentem, in aliudque influentem.*

Hanc propositionem eo in sensu asserimus, quatenus duplicem materiam, *effluentem*, & *affluentem* superius expositas negamus, unicumque torrentem statuimus, qui e corpore effluens penicillum, in corpus influens stella ostendit. Innumera scilicet experimenta quotidie instituimus, in quibus duplex illud phænomenon animadvertitur, ex una parte penicillus, ex alia vero respondens stella: agente v. gr. machina, conductori constanter, & perenniter electrificato digitum aut corpus metallicum prope admove; terræ alioquin insistens: penicillum luminosum in conductore, stellam in digito observabis. Unde autem est ille penicillus, unde etiam stella? est ne duplex ignis electrici torrens, a duplici sigillatim corpore egrediens, aliusque alii respondens, & ex opposito

oc-

occurrens? Dicimus, in his & omnibus aliis ejusdem generis experimentis unicus est materiæ torrens a corpore uno penicilli forma effluens, atque in aliud instar stellulæ ingrediens. Quod si probaverimus, universim etiam de omni re Electrica demonstratum erit, unicum semper inibi intervenire materiæ torrentem ab uno corpore egredientem, in aliud vero secundum æquilibrii, & virium, densitatumque leges ingredientem; ejusque torrentis beneficio omnia electrica phænomena produci, atque explicari.

377. *Primo*: igitur agente machina, & materia electrica a globo in conductorem transfluente, reque in loco obscuro observata, apparet in alia quidem conductoris extremitate globum fere contingente stella luminosa, in opposita vero penicillus: electricus nimirum torrens conductorem ingrediens stella, egrediens vero penicillum refert.

378. *Secundo*: Conductoris munus homo quicumque agat corporibus electricis impositus, unoque digito globum fere tangat, dum alium alterius manus digitum ad corpus communicatione electricum, v. gr. hominem solo insistentem distendit: in primo quidem stellam, in posteriori penicillum observabis: res enim eodem redit, sive homo, sive metallum conductoris vices agat.

379. *Tertio*: Duas cuspides metallicas ita statue; ut una quidem conductori, alia autem machinæ sit annexa, aliaque alteri opponatur, & se prope respiciant: machina agente, prior cuspis penicillum, posterior autem stellam ostendet. Materia Electrica in conductore accumulata, per spiculum metallicum in machinam, ubi rarior est materia, perenniter refluit, ab unoque proinde spiculo efluit, & in aliud influit. Metallicæ cuspides erant omnino a corporibus communicatione electricis separatæ, neque nisi conductori, & machinæ communicabantur. Si spicula permutes; quod primo penicillum, postea stellam demonstrabit, & vicissim. Experimentum multiplici alia ratione instituitur; id tamen semper observatur, quod si conductoris extremum globo oppositum aliqua tandem ratione cum machina (præcipue si separata sit) communicet, hoc est, ad eam ita admoveatur, ut scintilla aut penicillus electricus edi possint; videatur semper in dicto conductoris extremo

pe-

penicillus, in parte vero machinæ respondenti stellæ conductor igitur uno sui extremo ad globum stellam demonstrat, alio vero ad machinam ostendit penicillum: perenniter nimirum a globo in conductorem, a conductore in machinam, ab eaque iterum per globum in conductorem fit ejusdem materiæ fluxus.

380. *Quarto*: Si Machina cum terra comunicet, conductor autem sit separatus; conductoris extremum globo admotum demonstrat stellam, oppositum vero penicillum: contra vero si machina sit separata, conductor autem cum terra comunicet; ab hujusce extremo globum respiciente loco stellæ apparet penicillus. In primo casu materia per machinam in conductorem, in secundo a conductore in machinam fluit: quod quidem experimentum ulterius statim explicabimus.

381. *Quinto*: Corpus quodcunque communicatione electricum, & suamet electricitate spoliatum conductori prope admoveamus, ut scintilla & penicillus haberi possint, aliunde tamen materiam nisi a conductore accipere nequeat: duo autem in iis casibus animadvertemus, penicillum ad conductorem apparere, stellam in admoto corpore fulgere, eoque solum electricitatem in primo imminui, in secundo augeri, seu acquiri. Experimentum hac ratione instituit *Le Roy*: filum metallicum 27 pollices longum tubulo vitreo immisit, ita ut filum dimidiam tantum lineam extra tubum produceretur: præterea vero tubuli aperturas cera Hispanica obturavit, ne aliunde, quam per cuspidem vim electricam accipere posset filum: tubumque exinde aliis capacioribus tubis vitreis etiam inclusit. Rebus ita paratis, conductori electrico, e cujus duobus angulis, aut cuspidibus extremis singuli luminosi penicilli effluebant; apicem fili prope admovit: penicilli illico disparuerunt, stella in fili apice apparuit, ab aliaque ejusdem fili parte scintillæ emicabant. Uno verbo, nullum est experimentum hucusque notum, quod secundum hanc propositionem non explicetur, ejusque veritatem non confirmet.

382. Sexto, ut plura alia omittam, quæ apud D. *Beccaria* videri possunt, quotiescumque duo corpora communicatione, sed inæqualiter electrica ad conta-

ctum

ctum fere admoventur; ex parte majoris electricitatis exploditur penicillus, aut scintilla sub forma penicilli, ex parte vero corporis minus electrici respondet eodem tempore stella: & si utrumque sit separatum, omnia illa signa disparent; cum utrumque corpus parem tum habeat electricitatem: omnia hæc ex modo dicendis ulterius confirmabuntur.

PROPOSITIO XLII.

383. *Unicus ille materiæ fluxus, atque torrens, quem in rebus Electricis admittimus, fit a tellure, cui machina insistit, supra globum ad conductorem.*

Hæc etiam propositio præcipuum habet locum in theoria Electrica *Franklini*, atque tum ex dictis, tum ex adducendis modo experimentis deducitur:

Primo quidem in re Electrica hæc universaliter demonstrant experientiæ. 1. Si & machina, & conductor sint a tellure separata; tenuissima tantummodo signa electrica e conductore obtinemus: quæ brevissimo tempore disparent: ea vero tenuissima signa alternatim modo a conductore, modo a machina eduntur; alternationis causam statim dabimus: ad rem nostram satis est, quod quantumvis velocissime volvatur globus, & reliqua omnia accuratissime exequaris; nihil præter remissa illa pauca, & brevissima signa, atque electricitatem obtinebis. In hoc igitur casu electricum torrentem in conductorem non transmittit machina.

384. 2. Fac tamen, ut cum tellure communicet machina, conductor autem separatus maneat: tum vero perennem semper, &, quantum voles, vehementissimam electricitatem in conductore animadvertes, scintillas, penicillos ex illo evibrari, tandiuque rem durare observabis, quamdiu experimentum eodem modo producere velis; stellamque insuper deprehendimus in illa conductoris extremitate, quæ globum respicit. Unum inter duos hosce casus discrimen est, quod cum tellure communicet machina in secundo, non item in primo: ab eo igitur discrimine est effectuum secundi a primo differentia, hoc est, fluxus atque materiæ torrens a machina in catenam.

385. 3. Invertamus tamen ordinem; cum tellure co-

communicet conductor, non vero machina: contraria omnia observantur: conductor nullum, machina autem omnia electrica signa perenniter exhibet. Hac scilicet rerum positione fit materiæ electricæ fluxus per conductorem in machinam: in hac ultima, utpote *separata* accumulatur, dum interim conductor cum terra communicans, majorem, quam tellus ipsa, densitatem acquirere non potest.

386. 4. Quod si tum machina, tum etiam catena cum solo communicent; quantumvis globum volvas, & adnitaris, nullum neque a machina, neque a catena signum obtinebis. Quod scilicet in hujusmodi circumstantiis fiat quidem materiæ fluxus a tellure in machinam, ab hac per globum in conductorem; sed cum omnia hæc solo insistant, cum eoque communicent, nulla in iis fieri potest materiæ accumulatio, & nulla proinde signa eduntur; quæ juxta jam dicta ab irruptione densioris in rariorem materiam producuntur.

387. 5. Cum experimentum electricum in obscura camera instituimus, inter globum & digitos fricantis manus puncta luminosa jam toties descripta, globo adhærentia animadvertimus; & similem omnino lucem in metallicorum filorum globum ex opposita parte tangentium, & conductori affixorum observamus; ex utraque parte stellam, acceptæ materiæ electricæ signum, quod in nulla alia globi parte visitur. Id vero argumento est, materiam a fricantis manu ad globum, a globo ad fila metallica & conductorem fluere: & inde etiam modo probabimus, neque ab aere, neque a vitro materiam conductori suppeditari.

388. In eamdem rem est experimentum *le Roy*: globum vitreum inaurata charta, foramine unius pollicis in medio perforata, fricabat, quod quidem foramen, aut circulus basim agebat infundibuli cujusdam vitrei decem pollices longi, & chartæ uniti. Infundibuli collum oblongum manu prehendens tenebat, eoque revolutum globum charta *separata* fricabat. Machina agente vix tantillum electricitatis in conductorem fuit transmissum, quantulum scilicet in charta inaurata continebatur; postea vero quantumvis prosequeretur, nihil obtineri potuit. Filo metallico intra infundibulum immisso, ejusque cus-

pide prope globum admota, & machina, ut prius, agente, penicillus luminosus a fili cuspide in globum effluebat, quo & globus, & conductor electricitatem acceperunt, atque signa edebant. Quodsi antequam in tubum vitreum filum metallicum immitteret; pulvinum a globo separabat, cui alius digitum objiceret; penicillus illico luminosus a digito in pulvinum effluebat.

389. Tria hinc liquent: 1. Exiguum illum pulvinum fuisse illico suamet electrica materia spoliatum; cum postea a digito penicillum accipiat, & prius unam vel alteram debilem scintillam conductor evibraverit. 2. Materiam electricam in conductorem neque a vitro, neque per medium vitrum transmitti; sed de hoc statim: 3. Terram tandem illam perennem scaturiginem esse, ex qua torrens electricus per machinam supra globum in conductorem transfluit.

PROPOSITIO XLIII.

390. *Neque vitrum seu globus vitreus machinæ, neque aer machinam ipsam, conductorem, aut globum ambiens materiam electricam suppeditant.*

Hoc aliud est Electricæ theoriæ caput cum aliis omnibus consentiens, ab iis deductum, atque experimentis innixum. Et primo a duobus observationibus postremo loco relatis res est plane manifesta. Deinde cum aer machinam, atque conductorem semper circumdet, & contingat: signa electrica numquam non ederet catena, cum aer materiam semper globo suppeditaret, per quem in catenam transflueret: fieri enim haud posset, ut ignis electricus in conductore deficeret. Cum igitur contraria omnia observentur; nullam ab aere in conductorem, aut machinam transfluere materiam electricam tenendum est. Accedit etiam asserta illa jam aeris proprietas, quod scilicet indole sua materiæ electricæ recipiendæ resistat, aptissimumque existat corpus, ut aliud quodcumque communicatione electricum, & aere undequaque circumdatum ignem suum electricum servet: æque enim materiæ externæ recipiendæ, ac propriæ elargiendæ resistit. Hic tamen notanda sunt, quæ alibi jam diximus de aere humido, deque vaporibus in illo natantibus: sicut enim per humidum vapo-

ro-

rosumque aerem facile disperditur materia electrica conductoris; ita etiam si in medio hujusmodi aere conductor sit electricitate minori, seu rariori praeditus, quam aer humidus, ignem ab aere in conductorem affluere juxta aequilibrii legem, non negamus.

391. De vitro iisdem prorsus argumentis res demonstratur; tantum enim abest, ut vitrum ignem electricum suppeditet, ut vel parvi vitri interpositio sufficiat ad eum materiae fluxum impediendum, qui, vitro sublato, a tellure & homine per globum in conductorem transmitteretur. Equidem nisi res ita esset, nulla amplius afferri posset ratio, quare a machina, & globo separatis materia electrica in conductorem non transmitteretur, quod est experimentis demonstratum. Hinc iterum inferre non possumus, aut ullam materiam a vitro emitti, aut copiosum ignem electricum in ipso non contineri: satis enim est, vitrum suae electricitatis esse tenacissimum, ut utraque illa consequentia cadat.

392. Contra propositionem arguit *Nollet* (*a*). Ponimus aerem magnam electricitati resistentiam opponere; ac proinde ignem electricum neque aliis corporibus communicare, neque ab aliis recipere: repugnant tamen experimenta: scintillae a conductoribus ad unius aut alterius pedis distantiam per medium aerem evibrantur: conductores ipsi corpora levia ab aliquorum pedum distantia attrahunt, repellunt, sustinent: in hisce & quamplurimis aliis similibus casibus a conductore per medium aerem transfluit, & emittitur materia electrica. Neque ad rem explicandam satis est humor aeris, seu vapores, qui aerem ambientem efficiunt impurum: adeo enim id a veritate aberrat, ut potius quo siccior extiterit aer, eo melius experimenta electrica, atque relata modo phaenomena peragantur: aer igitur electricitati non resistit, sed eam & communicat, & aliunde recipit.

Resp. Haec omnia jam explicavimus, & magis illa pro nostra theoria faciunt, quam eam impugnent: aerem non dicimus insuperabilem: contrarium & ma-

(a) *Histoire de l' Acad.* 1753. p. 49.

magnopere resistentem dicimus : id vero innumeris experimentis demonstramus : scintillarum per aerem stridor, figura, atmosphæra electrica conductoris, materiæ addensatio, & alia plurima a nobis jam relata aut dictam aëris resistentiam evincunt, aut ab illa omnino pendent, & consequuntur. Nihil ulterius addo ad argumentum explicandum; propterea quod ea omnia jam sunt exposita, & satis a nobis demonstratum, aerem non solum materiæ electricæ resistere, ejus dissipationem, dispersionem, atque transitum impedire, verum etiam neque illam ab aliis corporibus electrificatis accipere, aut illis, ut electrificentur, impertire : deinde totam hanc rem statim iterum explicabimus.

393. A globo, aut tubo vitreo materiam electricam eorum vitrorum propriam, & intra eorum poros antea consistentem conductori communicari, existimat etiam *Nollet*, quod sequenti argumento probare adnititur. Materiam electricam esse puram putamque materiam ignis, atque lucis, ab omnibus jam aut statuitur, aut non negatur : jam vero vitrum illud est corpus, quod ardentissimo igne formatum, & luci vel tenuissimæ facillime pervium & lucem, & ignem intra se facillime recipit, transitum permittit, accipit, communicat, seu transmittit : unde ergo erit insuperabilis fere illa partium vitri tenacitas, qua materiam electricam intra ipsas irretitam adeo prehendat, ut neque illam abire permittat, neque in ejus locum externam possit recipere? Resp. Qui hisce & aliis similibus argumentis a ratione tantum petitis rem electricam, sicut & quamplurimos alios Physicos effectus, statuere, atque definire vellet, inter chymeras ille recenseret quidquid nos circa prædictum argumentum sensus, & experimenta docent. Nihil equidem contra rationem statuendum : in re tamen præsenti experimenta sunt primum consulenda, eaque longissimo intervallo dubiis, atque obscuris rationibus a nostra philosophorum idea petitis præferenda sunt. Nullus est, qui adductam in argumento vitrorum indolem ignoret, & materiam electricam plurimis saltem lucis, & ignis proprietatibus donatam esse non fateatur : hæc tamen omnia obscurissimum tantummodo argumentum esse possunt ad assertam in vitro resistentiam ne-

negandum. De re enim, atque phænomeno agitur, quod in simplicissimo materiæ mechanismo positum ad simplicissimum particularum mechanismum, atque primitivum fere earum statum prope videtur spectare: in quo quidem, siquo in alio, experimenta potissimum inspicienda sunt. Cum ergo indubia atque manifesta experimenta a nobis jam relata assertam vitri resistentiam demonstrent; parvi pendenda quæcumque obscura ratio iis opposita. Deinde neque vitri, neque materiæ electricæ proprietates nisi ab experimentis novimus; plures etiam sunt, quas adhuc ignoramus, quasque nos sola experientia docebit; inter quas locum etiam illa habet, de qua modo disserimus. Tandem licet materia electrica luceat, inflammet, pluresque alias habeat tum lucis, tum ignis proprietates; atque inde pro una eademque re haberi possint; nihilominus aliqua in materia electrica deprehendimus, quæ neque luci, neque igni conveniunt, & vicissim: hæc igitur tria sunt una eademque materia, quæ tamen diversam status rationem habeat.

394. Summa rei, qua tota difficultas tollitur, superius jam numero 333. fuit exposita. Eadem materia fluidissima, & subtilissima, & est ignis elementaris, & materia lucis, & electrica: ejus tamen actio, & effectus a diversis corporibus pendent, quibuscum illa permiscetur. Phænomena, & effectus ignis, & materiæ electricæ magnam partem conveniunt: ex parte differunt: quod idem in omnibus sit elementum, primi caussa est: secundum externorum corporum mixtio, & adjunctio facit.

PROPOSITIO XLIV.

395. *Vis compressionis, atque diffusionis materiæ Electricæ est universale principium, & caussa, unde omnia electricitatis phænomena producuntur.*

Ab eo nimirum, quod materia electrica propria indole ad æquilibrium semper tendat, alia vero ex parte possit in corporibus comprimi, addensari, & accumulari, hoc est, ab eo quod æquilibrium semper affectet, illudque rumpatur, omnia ejus phænomena pendent, atque eduntur. Nullum est electri-

cum experimentum, quod huic principio non consonet, ab eo non probetur, illudque vicissim etiam non demonstret, ut statim plurima percurrendo palam fiet: satis interim sit propositionem ita brevissime stabilire. Si materia non ad æquilibrium semper tenderet; quantumvis in uno præ aliis corporibus accumularetur; ab eo tamen ad alia non transiret, & sese expanderet, sed in suo accumulationis, & densitatis statu constanter maneret compressa, ut visitur in mollibus non elasticis. Rursum si materia electrica ad æquilibrium tenderet, accumulari tamen, atque addensari non posset; ab uno etiam ad alia corpora non efflueret; cum semper in æquilibrio servaretur, quod quidem perturbari, atque tolli non posset. Posita vero utraque illa proprietate, necessario consequitur, materiam electricam posse in corporibus addensari, & magis, quam in aliis accumulari, rumpique proinde æquilibrium: rupto æquilibrio opus iterum est, ut materiam a majori densitate ad minorem effluere indole sua adnitatur, & cum primum possit, reapse transfluat: in hujusmodi autem fluxu phænomena universa electrica produci, supra demonstravimus: a primo igitur ad ultimum constat, phænomena electrica ab adducto principio provenire. Ignis electrici accumulatio ab eo tandem dependet, quod aliqua corpora illum intra se facile recipiant, & transmittant, alia autem neque recipiant, neque transmittant: primi generis sunt corpora communicatione electrica, secundi illa origine electrica, hinc est, quod ille ignis in corpus communicatione electricum corporibus electricis circumdatum transmitti, recipi, in illoque addensari possit, eaque ratione vires acquirere, quibus in alia corpora non electrica magno impetu irrumpat. Hoc unum est, quod in omnibus machinis, & experimentis electricis tum naturalibus tum artificialibus evenit: quæ omnia deficerent, si vel in materia electrica, vel in cæteris corporibus dictæ modo proprietates deessent; aut ignis electricus eam aliunde proprietatem non haberet, quod frictione nimirum excitetur, & transeat ab uno ad aliud corpus. Rem omnem luculentius statim confirmabimus, cum totum experimentorum mechanismum, & phœnomena per datam mo-

modo causam exponam, & ad unicum illud principium reducam.

PROPOSITIO XLV.

396. *Duplex igitur est corporum electricitas tum naturalis, tum artificialis; alia nimirum* Positiva, *altera vero* Negativa.

Est dicere: corpora duplici modo possunt electrificari, seu ad eum statum reduci, in quo phænomena electrica edant, materiam electricam in iis accumulando, & ad majorem densitatem augendo, quam ipsummet corpus genio indoleque sua haberet: aut naturalem alicujus corporis materiam electricam diminuendo, ac proinde rarefaciendo. Quodcumque corpus in se spectatum certam intra se ipsum habet electricam materiam propriæ naturæ, atque indoli proportionalem: si nova materia in illud introducatur, priorique adjungatur; in illo fit prædictæ materiæ densitas major, quam ejus corporis indoles ferret: si propriæ materiæ pars aliqua ab eo expellatur; rarior in illo erit remanens materia, quam ejus natura requireret. Primum dicimus *Electricitatem positivam*, seu *per excessum*; secundum *negativam* seu *per defectum* materiæ. Electrificare igitur corpora aliud non est, quam naturalem vaporem electricum eorum naturis convenientem, & proportionalem in iis augere, vel in iis minuere.

397. Propositionem hoc modo expositam quamplurima confirmant, præterquam quod ex hactenus demonstratis, aut relatis experimentis descendit. Electrica phænomena eduntur a virtute diffusionis materiæ electricæ duorum aut plurium corporum, cujus interruptum est æquilibrium: ut tollatur autem æquilibrium inter duorum corporum electricitates, opus est, ut unum vel alterum plus materiæ recipiat, vel deperdat, quam suamet indoles naturaliter ferre potest: quamdiu duo corpora habent electricitates eorum naturis proportionales, quantumvis alias inæquales, si nimirum corpora sint heterogenea; est inter illa æquilibrium.

398. 2. Phænomena electrica eduntur a torrente, aut fluxu materiæ ab uno in aliud corpus transcurrentis: quamdiu autem est æquilibrium, non trans-

fluit materia: folum rumpitur æquilibrium, cum vel in eorum uno plus justo addensatur, vel plus justo rarescit: tunc enim sunt actiones, & resistentiæ inæquales.

399. 3. Cum duo corpora communicatione electrica materiam habent suismet naturis proportionalem; licet unum alteri admoveatur, nullum edunt electricitatis signum, ut passim videmus: hic enim casus est omnium corporum naturalium, quamdiu in ea nullam mutationem ars, aut natura inducit: quod scilicet in eo statu sit inter hujusmodi corpora perfectum æquilibrium, quod ad vires electricas spectat. Cum vero duo hæc experientia etiam demonstret, posse naturalem alicujus corporis electricam materiam ab illo extrahi, & in aliud transfundi, atque accumulari; & præterea edi semper electrica signa, quoties duo hujusmodi corpora eo in statu ad se invicem accedunt: consequens est, utrumque id corpus esse in statu electricitatis, hoc est, in statu edendi signa electrica.

400. 4. Dum corpus aliquod communicatione electricum penicillum emittit, aliud sibi admotum stellam demonstrat, utrumque signa electrica edit; primum tamen *positivam*, secundum *negativam* habet electricitatem relatu ad primum; cum posterius corpus materiam a priori emanantem intra se recipiat.

401. 5. Tandem, ut plurima alia omnino similia prætermittam, numquam fit, ut corpus communicatione electricum, a vi tamen sua spoliatum, alteri accumulatione materiæ instructo prope atque rite admoveatur, quin a primo quidem stella, a secundo autem penicillus, aut similes alii effectus electrici edantur.

402. Tam igitur corpora per excessum, quam per defectum electrica suas circa se ipsa atmosphæras virium habent, intra quas phænomena edunt in ratione inversa distantiarum, si cætera sint paria. Magnum est inter hujusmodi atmosphærarum naturas discrimen: corpus electricum per excessum atmosphæram suam circa se habet *positivam*, & materialem, ignem nimirum electricum a globo in ipsummet corpus v. gr. catenam transmissum, intra hujus massam accumulatum, circa eamdem compositum, & ab aere, ne dissipetur, impeditum: hæc igitur

at-

atmosphæra a corpore ipso effluit. Atmosphæra corporis per defectum electrici in eo consistit, quod corpus ipsum igne suo electrico sit spoliatum, atque proinde materia electrica a circumposito aere, impuro tamen & humido, ad corpus e quadam distantia affluat: utraque igitur atmosphæra ab uno eodemque principio oritur, vi materiæ, qua sese ad æquilibrium componere adnititur, atque insimul ab aeris resistentia, qua materiæ electricæ vel recipiendæ opponitur, vel receptam repellit: ex hisce duobus est, ut materia a corpore, ubi superabundat, circumquaque diffundatur, & effluat ad corpus, ubi rarior est, & deficit, undequaque affluat.

403. Contra duplicem electricitatem *positivam*, & *negativam*, & indicia, seu criteria, quæ ad eas statuendas, atque discernendas asserimus, argumentatur in hunc modum *Nollet*. Experimentum numero 350. 357. relatum, quo potissimum nostra theoria innititur, in duplicis etiam torrentis systemate exponi potest: Etenim cum volventi globo ferreum filum intra vitreum infundibulum admovetur; intenditur, atque augetur in globo, & conductore electricitas, quia antea a solo aere, postea & ab aere, & a ferreo filo electricitas globo communicatur. 2. Splendidior est penicillus luminosus in fili cuspide globum respiciente; quia torrens electricus per filum in globum influens contrario torrente a globo in ferrei fili cuspidem intra infundibulum erumpenti intenditur, magisque excitatur. 3. Quodsi a lamina metallica intra infundibulum *separata* post factum experimentum, & remoto jam infundibulo a globo, scintillæ eliciuntur; in causa est, quia materiam a conductore accepit. 4. Tandem id etiam in relato experimento observamus, quod in alia ferrei fili extremitate extra infundibulum producta punctum quoddam luminosum, seu stellam animadvertamus: ea autem est cujusdam penicilli initium, cujus radii nimium divaricati visibiles non sunt, sed a filo tamen erumpere facile deprehenduntur, cum candelæ flammam sensibiliter agitent: in hoc igitur etiam casu per medium illud ferreum filum duplex contrarius torrens ab experientia demonstratur.

404. Tria priora capita secundum theoriam nostram apte explicari, non diffitetur *Nollet*; ea tamen in sua-

suamet opinione exponere adnititur, cui unice favere existimat, quod quarto loco additur.

Resp. Hisce omnibus non infringitur relati experimenti atque rationis secundum nostram solummodo opinionem pondus. *Primum*: Supponit, ab aere etiam in globum materiam electricam communicari, atque transmitti: id tamen esse falsum, ab ipsismet experimentis conficitur: quamdiu machina est separata, quantumvis omni ex parte sit ab aere circumdata; nullam electricitatem conductori communicat, sed omnem ab illo accipit (ut experimentis evicimus), quod tamen fieri deberet, si aer machinam undequaque tangens materiam electricam illi communicaret. Uno verbo: quamdiu machina fuerit separata, erit semper electricitate vacua, nisi eam a conductore accipiat: quorsum igitur est, aut unde probatur transmissio illa materiæ electricæ ab aere in machinam atque globum? Ad *secundum*: Probare primum oporteret secundum illum atque contrarium materiæ torrentem a globo in filum ferreum erumpentem, & primo, qui indubius est, occurrentem. Quo magis machina fuerit igne electrico spoliata; eo splendidior observatur penicillus a filo erumpens, & in machinam fluens: contra si machina paullatim materiam suam electricam recuperet; remissior atque languidior fit penicillus a filo effluens: si igitur nullus tandem in machina supersit ignis, aut contra supponatur æque densus; atque in filo ferreo; in primo quidem casu vivacissimus erit penicillus in filo, nullus autem in secundo: rursus in primo casu nullus e machina effluet ignis electricus, cum evacuata penitus supponatur: in secundo etiam nullus hinc & inde erit torrens: cum omnia sint ad æquilibrium.

405. *Tertium* pariter nulli experimento innititur: imo periculum fiat, cum nullus adhibetur conductor; æque e metallica lamina elicientur scintillæ, quarum materia non nisi a filo metallico communicari potest: cum igitur in filo ipso habeamus caussam sufficientem & certam; effectus juxta philosophandi regulam repeti aliunde non potest. *Quartum* tandem theoriam nostram optime confirmat: stella est influentis materiæ nota, atque indicium: cum igitur metallicum filum sit canalis ille, per quem ignis

gnis electricus in machinam transfluit; ut hujusmodi materiæ torrens ab una parte effluat, in aliam influere debet: effluens ex parte machinam respiciente penicillum refert, influens vero per oppositum extremum stella exhibet. Interim dum metallicum filum ex oppositis extremitatibus penicillum, & stella monstrat, opus est, ut a parte machinæ opposita cum corporibus communicet, a quibus transmittendam materiam accipere possit. Si quis in candelæ flamma tremor a torrente electrico excitatus animadvertitur; non ille ab igne electrico effluente, sed ab influente provenit: hujusmodi tamen tremor (ut in simili jam supra diximus) est argumentum, atque indicium maxime æquivocum ad torrentis directionem detegendam: cum igitur indubiis argumentis compertum aliunde habeamus, stellam electricam esse influentis materiæ notam; allatæ etiam phænomeni circumstantiæ observatio nostram theoriam ulterius confirmat.

COROLLARIA:

ET REGULÆ IN ELECTRICIS OBSERVATÆ.

406. Ab exposita hactenus virium theoria sequentes regulæ descendunt, quas generaliter observari, experimentis ipsis edocemur.

Primo: Materia electrica, si inæqualiter in aliquibus corporibus sit distributa, fortius, atque violentius ex illa parte aget, & sese expandere adnitetur, ubi major fuerit illius densitas; ex illa minus aget, debiliusque resistet, ubi rarior extiterit: ex majoris igitur densitatis loco sese sponte sua ad alia corpora diffundet, in quibus major sit ejus raritas. Ab eo conatu sequitur naturalis impetus, atque motus; ab impetu & motu ad æquilibrium inducendum, ac servandum supra dicta omnia phænomena pendent. Analogiam habemus in aere, illiusque Elasticitate.

407. *Secunda*: Inæqualitas igitur virium, & actionum, hoc est, densitatum, quibus materia electrica in diversis corporibus sibi vicinis existit, & agit, omnium Electricitatis phænomenorum causa existit. Est dicere; quamdiu in aliquo corporum systemate

ma-

fuamet opinione exponere adnititur, cui unice favere existimat, quod quarto loco additur.

Resp. Hisce omnibus non infringitur relati experimenti atque rationis secundum nostram solummodo opinionem pondus. *Primum*: Supponit, ab aere etiam in globum materiam electricam communicari, atque transmitti; id tamen esse falsum, ab ipsismet experimentis conficitur: quamdiu machina est separata, quantumvis omni ex parte sit ab aere circumdata; nullam electricitatem conductori communicat, sed omnem ab illo accipit (ut experimentis evicimus), quod tamen fieri deberet, si aer machinam undequaque tangens materiam electricam illi communicaret. Uno verbo: quamdiu machina fuerit separata, erit semper electricitate vacua, nisi eam a conductore accipiat: quorsum igitur est, aut unde probatur transmissio illa materiæ electricæ ab aere in machinam atque globum? Ad *secundum*: Probare primum oporteret secundum illum atque contrarium materiæ torrentem a globo in filum ferreum erumpentem, & primo, qui indubius est, occurrentem. Quo magis machina fuerit igne electrico spoliata; eo splendidior observatur penicillus a filo erumpens, & in machinam fluens: contra si machina paullatim materiam suam electricam recuperet; remissior atque languidior fit penicillus a filo effluens: si igitur nullus tandem in machina supersit ignis, aut contra supponatur æque densus; atque in filo ferreo; in primo quidem casu vivacissimus erit penicillus in filo, nullus autem in secundo: rursus in primo casu nullus e machina effluet ignis electricus, cum evacuata penitus supponatur: in secundo etiam nullus hinc & inde erit torrens: cum omnia sint ad æquilibrium.

405. *Tertium* pariter nulli experimento innititur: imo periculum fiat, cum nullus adhibetur conductor; æque e metallica lamina elicientur scintillæ, quarum materia non nisi a filo metallico communicari potest: cum igitur in filo ipso habeamus causam sufficientem & certam; effectus juxta philosophandi regulam repeti aliunde non potest. *Quartum* tandem theoriam nostram optime confirmat: stella est influentis materiæ nota, atque indicium: cum igitur metallicum filum sit canalis ille, per quem ignis

gnis electricus in machinam transfluit ; ut hujusmodi materiæ torrens ab una parte effluat, in aliam influere debet ; effluens ex parte machinam respiciente penicillum refert, influens vero per oppositum extremum stella exhibet. Interim dum metallicum filum ex oppositis extremitatibus penicillum, & stellam monstrat, opus est, ut a parte machinæ opposita cum corporibus communicet, a quibus transmittendam materiam accipere possit. Si quis in candelæ flamma tremor a torrente electrico excitatus animadvertitur ; non ille ab igne electrico effluente, sed ab influente provenit : hujusmodi tamen tremor (ut in simili jam supra diximus) est argumentum, atque indicium maxime æquivocum ad torrentis directionem detegendam : cum igitur indubiis argumentis compertum aliunde habeamus, stellam electricam esse influentis materiæ notam ; allatæ etiam phænomeni circumstantiæ observatio nostram theoriam ulterius confirmat.

COROLLARIA.

ET REGULÆ IN ELECTRICIS OBSERVATÆ.

406. Ab exposita hactenus virium theoria sequentes regulæ descendunt, quas generaliter observari, experimentis ipsis edocemur.

Primo : Materia electrica, si inæqualiter in aliquibus corporibus sit distributa ; fortius, atque violentius ex illa parte aget, & sese expandere adnitetur, ubi major fuerit illius densitas ; ex illa minus aget, debiliusque resistet, ubi rarior extiterit : ex majoris igitur densitatis loco sese sponte sua ad alia corpora diffundet, in quibus major sit ejus raritas. Ab eo conatu sequitur naturalis impetus, atque motus ; ab impetu & motu ad æquilibrium inducendum, ac servandum supra dicta omnia phænomena pendent. Analogiam habemus in aere, illiusque Elasticitate.

407. *Secunda* : Inæqualitas igitur virium, & actionum, hoc est, densitatum, quibus materia electrica in diversis corporibus sibi vicinis existit, & agit, omnium Electricitatis phænomenorum causa existit. Est dicere ; quamdiu in aliquo corporum systemate

ma-

materia fuerit vel æqualiter densa, vel æqualiter rara (secundum corporum indolem); nullus sequetur illius motus ab uno versus aliud corpus, neque aliud phænomenon ab eo motu pendens.

408. *Tertia:* Quamprimum autem densitas, aut raritas, ac proinde virium intensitas fuerit inæqualis (quod arte quidem obtinetur); phænomena electrica consequentur. Et hinc in uno eodemque corpore, & corporum systemate potest materiæ electricæ densitas augeri, aut minui, quin effectus aliqui edantur: si nimirum in singulis ejus systematis corporibus æqualiter semper crescat, aut minuatur ejusdem materiæ densitas, aut raritas, attenta semper corporum indole. In his vires & phænomena repulsionis non intelligimus, ut ex jam dictis manifeste liquet.

409. *Quarta:* In uno eodemque corpore eadem materiæ electricæ quantitas, densitas, aut raritas manere semper potest, & tamen electricitatis phænomena ab illo edi possunt: Si nimirum in circumstantibus corporibus ejusdem materiæ densitas mutetur, atque inæqualitas virium inducatur.

410. *Quinto:* A corporibus igitur phænomena electrica possunt ob duplicem virium inæqualitatem edi, per defectum scilicet, atque per excessum: hoc est, si corporis alicujus vires electricæ, atque materiæ densitas major aut minor sit, quam in circumpositis corporibus.

411. *Sexta:* Intensitas, seu vires electricitatis in corporibus inæqualiter electricis est excessus, seu differentia virium, quibus duo illa corpora prædita sunt, & in se mutuo agunt. Quoniam tamen hæc lex admodum generalis est, eam ulterius in plures casus distinguamus.

412. Ponamus duo corpora communicatione electrica, quorum naturalis electricitas sit v. g. ut 8, unum quidem esse *positive* electricum, & habere materiam ut 12, aliud vero *negative*, atque habere materiam ut 4: relativa eorum electricitas est 8, summa scilicet duarum differentiarum, seu integra differentia unius ab altero.

413. Si utrumque sit electricum per excessum, unum v. g. ut 9, aliud vero ut 12; erit relativa eorum electricitas 3. Eadem servatur regula in corpo-

ribus

ribus electricis per defectum. Quare omnes casus ad unam simplicemque legem modo propositam reducuntur.

414. Ex lege autem sequitur, unum idemque corpus certa quadam electricitate instructum innumeros habere electricitatis virium gradus, majores, & majores, minores etiam & minores relatu ad diversa corpora, quibuscum comparari potest, pro varia nimirum virium in iis corporibus diversitate.

§. PHÆNOMENA ELECTRICA SECUNDUM PROPOSITAM THEORIAM ET PRINCIPIUM.

415. Non melius datam hactenus theoriam confirmare possumus, quam si phænomena ipsa electrica secundum illam recte explicentur, illique plane cohæreant: id vero est quod modo exequemur, idque eo erit facilius, quod theoria ipsa pedetentim solummodo ab ipsismet phænomenis fuit deducta. Pauca solum attingemus, alia omittentes, cum omnia ad idem principium revocentur.

416. I. Machina, globo, conductore, reliquisque omnibus, quæ ad rem opus sunt, paratis, atque dispositis, & machina insuper agente, frictio a globo in manu facta materiam electricam manus excitat, & ut ita dicam, accendit: rupto ab ea parte æquilibrio, materia in fricantis corpore existens illuc sese expandit, partesque aliæ ab aliis protruduntur. Supra vitrum illabens materia inter duas oppositas resistentias detinetur: ab una parte vitrum, ne intra globum, ab alia vero aer, ne circumquaque diffundatur & dissipetur, constanter impediunt. Inde est, quod a globo inter vitrum & aerem supra ejusdem globi æquatorem usque ad punctum manui oppositum, & conductori respondens deferatur: interimque neque versus unum, neque versus alium polum ab iisdemmet resistentiis impedita expanditur: Communicatio, seu contactus globi atque conductoris resistentiam aeris ea ex parte tollit, estque tamquam canalis apertus, quo fluidum omni alia ex parte maxime pr flum, naturaque sua elasticum sese projicit: cum conductor vaporem illum electricum intra se facillime recipiat, ne-

neque illi opponatur. Conductor aere undequaque circumdatus spectari debet, tamquam electrica apotheca firmissimo vallo septa: acceptum igitur vaporem intra sese retinet, & circa se etiam, cum ejus intensitas aeris resistentiam superare potest, in atmosphæram componit, aere partim excluso, partim quoque superato.

417. Quo tamen pacto frictio vaporem excitat, ad diffusionem determinat, & quasi accendit? Hic vero nodus est, quem non facile solvas. Rem ego ita mihi fingo: vapor electricus est ignis elementaris, aut de illius saltem genere: Jam vero frictione ignem quemcumque excitari compertum est: excitatio autem ignis est vera accensio, postrema hæc est, partes ignis ad motum determinare, seu obstaculum tollere, quo igneæ particulæ unice impediebantur, ne moverentur: suum scilicet est inter partes ignis æquilibrium, in quo illas conservat æquale singularum elaterium, virtus se se diffundendi mutuaque earum pressio: motu frictionis illud æquilibrium ex attrita parte tollitur; versus illam igitur exeruntur intentæ semper vires partium ignis, quæ eodem in corpore pressæ undecumque detinebantur. Videnda sunt quæ diximus de Ignis accensione.

418. II. Hinc e parte æquatoris globi a manu ad conductorem sese revolventis scintillas elicimus, non vero (aut saltem multo remissiores) à parte quæ a conductore ad manum volvitur. Singulæ enim partes ejusdem fasciæ vitri vaporem a manu ad conductorem adducunt, indeque ut plurimum regrediuntur vacuæ.

419. III. Ignis inter digitos fricantes & globum apparens est vaporis torrens a manu in vitrum perenniter effluens: ab eodemmet torrente est stella conductoris extremo globum respicienti inhærens, atque etiam ex oppositis ejusdem conductoris cuspidibus penicilli forma emicans, & tandem in digiti apice stellam iterum referens: omnia scilicet hæc sunt unus idemque vaporis torrens ab aliis ad alia corpora transiens, qui quidem in ingressu stellam, in egressu vero penicillum exhibet, atque hæc duo phænomena pluries in longa aliqua corporum serie edere potest.

420. IV. Forma penicilli a resistentia aeris provenit;

nit: idem enim vifimus in exilientis aquæ filo, quod ob interpofitum refiftentem aerem in plura femper & plura dividitur fila, & ramulos. Inde eft, quod torrens electricus per vacuum erumpens unum tantummodo corpus luminofum continuum aliorum fluidorum inftar componit. Stridorem, feu crepitum ab aere etiam provenire, id demonftrat, quod torrens ille electricus placidiffime in vacuo projiciatur, & evibretur. Stellam vero in corporum ingreffu referre, ab eo eft, quod vapor per aerem ad corpus affluit in plurima jam filamenta divifus, atque proinde in plura quoque diverfa corporis puncta feparata incurrat.

421. V. Cum & machina & conductor cum Tellure communicant, eique aut ipfa per fefe aut mediis folum corporibus communicatione electricis infiftunt; nulla omnino figna electrica eduntur, licet modo jam expofito vaporis torrens perenniter fluat; tum enim neque in machina rarefcit, neque in conductore accumulatur: fed qui a prima, ad fecundum tranfit, & ab illo in terram perenniter influit, ab eadem tellure in machina infimul fuppletur: eft igitur femper æquilibrium, & corpora vaporem fibi convenientem femper retinent.

422. VI. Si utrumque fit feparatum, exiguus, qui in machina erat, vapor in conductorem illico affluit, & paucis atque debilibus fcintillis e conductore eliciendis fatis eft; quæ tamen breviffime extinguuntur: aliquid deinde vaporis in exhauftam machinam ab aere profluit. Hinc viciffim aliqua etiam figna edit machina: eo tamen vapore in conductorem tranfmiffo, filet iterum machina: at conductor brevia languentiaque figna producit: tamdiuque alternus hic ftatus durat, quamdiu agit machina, refque in eodem ftatu fervantur.

423. VII. Si fola machina, aut fola catena cum terra communicet; figna omnia, & phænomena rite procedunt, atque eduntur; fed illud agit vices machinæ, quod cum terra communicat: fi fola nimirum machina fit feparata; edet illa, non autem conductor, figna electrica; propterea quod vapor a conductore in machinam fluat, in illaque accumuletur; dum conductor tantum tranfmittit, quantum accipit:

pit : solumque proinde habet suum naturalem vaporem.

424. VIII. Si accumulata in conductore materia, machina vero exhausta, homo solo insistens, atque proinde naturali suo vapore instructus, digitum conductori, & machinæ extendat, & prope admoveat; scintillam e conductore eliciet, machinæ autem dabit : quia scilicet vaporem habet rariorem, quam primus. densiorem, quam secunda.

425. IX. Conductorem per excessum electricum duo homines simul, aut seorsim fere contingant; quorum primus solo insistat, secundus autem partem machinæ exhaustæ efficiat, globum v. g. fricans : longe vehementior scintilla in secundum, quam in primum exploditur, quia major est differentia inter conductorem & secundum, quam inter conductorem ipsum & primum hominem. Quamplurima sunt alia phænomena his prorsus similia, quæ eamdem habent caussam.

426. X. Fasciculus filamentorum metallicorum a conductoris extremitate globo opposita pendens, tamquam penicillus dispergitur, aliaque ab aliis filamentis repelluntur & expanduntur, cum conductor ipse habet electricitatem per excessum. Vapore etenim per metallica illa fila copiose effluente, sunt illa etiam electrica, æqualique vaporis densitate instruuntur : se ipsa igitur mutuo repellunt. Et hinc eo magis expanditur fasciculus, quo densior per fila vapor effluxerit. Simile phænomenon exhibent hominis vehementer electrificati, & conductoris munus agentis capilli : facto enim in tenebris experimento, eos observabis jucunde sese fugere, & expandere, lumenque ex se emittere. Capilli metallicorum filorum, & cuspidum insimul vices agunt : utrorumque phænomenon edunt, hoc est, sese repellunt, & luminosos penicillos emittendo lucent. Alia multa his analoga ex eodem principio explicabis.

427. XI. Alternus ille imaguncularum ex folio inauratæ chartæ, aut metallico factarum ludus, attractio, repulsio, itus & reditus, quos supra retulimus, traditæ hactenus heoriæ corollarium existunt. Imaguncula supra metallicum catinum conductori inferius admotum, ad conductorem prosiliit, ob virium inæqualitatem : vix conductorem tangit, ab eo illi-

co resilit, quia in contactu æqualem vaporis densitatem acquirit, atque habet conductor: sese igitur mutuo repellunt: vix ad metallicum catinum *non separatum* appellit, vaporem suum illi communicat, atque in sese amittit ex eadem æquilibrii lege: cum igitur amisso vapore sublatum jam sit æquilibrium, ad conductorem iterum prosilit, parem vaporem inde apportat, eumdem ludum tamdiu productura, quamdiu experimentum producere velis. Si catinus sit ex materia origine electrica; ad conductorem post primam repulsionem non resilit imaguncula; quia acceptum vaporem non communicat, cum illum intra se non recipiat corpus origine electricum: servato igitur vapore, durat æquilibrium, & consequenter repulsio. Angulos semper conductori, & catino opponit, atque convertit imaguncula; quia anguli ac cuspides sunt qua vaporem potissimum recipit, atque emittit. Si ex superiori parte conductori admoveatur imaguncula, post contactum sursum resilit, & per aliquod tempus in aere pendula sustinetur; eo quod aere undique circumdata (corpore origine electrico) acceptum vaporem, & atmosphæram æque densam, atque habet conductor, servat; inde vero æquilibrium, & constans repulsio. Quoniam tamen aer est impurus; paullatim etiam vaporem suum amittit imaguncula: unde post aliquod tempus amisso iterum æquilibrio ad conductorem præcipitatur, eundem ludum peractura. Ex eodem principio sunt quamplurima alia phænomena specie solum ab hactenus exposito differentia: cujusmodi est illa imaguncula in aere suspensæ ope globi per totam cameram circulatio superius a nobis relata; atque alterna etiam & continuata unius, aut multiplicis tintinnabuli ope unius aut multiplicis mallei percussio. Prope conductorem vehementer electrificatum metallicum tintinnabulum in aere suspensum ita appone, ut cum terra communicet, & in eadem conductoris altitudine existat: inter illud, & conductorem malleus sit suspensus, in aere libere mobilis. Electrificato conductore, ad illum malleus celeriter accurrit; vix illum tangit illico contra tintinnabulum pellitur, illoque pulsato & vapore suo illi communicato, ruptoque proinde æquilibrio ad conductorem illico recurrit, ab eo ite-

rum repellendus. Plurima tintinnabula multiplici modo disponi possunt, simul, aut consequenter pulsanda: ita ut viribus electricis obtineri possit harmoniacus concentus.

429. XII. Homines quicumque *separati* cum conductore aliquo modo communicantes; & se ipsos manibus v. g. prehendentes, neque a se mutuo, neque a conductore scintillam eliciunt; quia eumdem omnes conductorem componunt, vaporemque habent æqualiter densum: ab iis vero scintillas eliciunt qui solo innituntur, aut qui cum machina exhausta communicant: postremi tamen hice longe vehementiores, quam primi. Omnia iterum hæc ab eodem principio sunt: homines illi separati mutuum suimet vaporem æquant: eorum superant, qui solo insistunt; eos tamen longe magis, qui cum machina exhausta communicant. Alia multa phænomena superius obiter exposuimus, alia statim explicabimus: omnia vero, quæ vel jam attigimus, vel ab aliis relata offendes, cum exposita theoria cohærere, facile animadvertes.

PROPOSITIO XLVI.

430. *Fulmen Artificiale Electricum e quadrato vitri magico* Franklini, *aut phiala Lugduno-Batavica editum, est etiam explosio violentissima vaporis electrici ab una ad aliam quadrati, aut phialæ superficiem æquilibrii reparandi causa recurrentis.*

Hoc etiam phænomenon, quod per duplicem materiam *effluentem*, & *affluentem* exponit *Nollet*, per unicum tantummodo fluidi electrici torrentem juxta traditam theoriam explicamus. Res igitur hoc modo peragitur: supra internam phialæ, aut superiorem quadrati vitrei superficiem fluidum electricum a conductore illuc perenniter fluens magnopere accumulatur. Hujusmodi addensatio vaporis fit intra aquam, aut stannum, supraque illam vitri superficiei partem aqua aut stanno coopertam: reliqua ejusdem superficiei pars supra aquam phialæ, aut circa stannum penitus nudata relinquitur, ut impedimento sit, ne vapor in stanno accumulatus ad inferiorem quadrati, aut exteriorem phialæ superficiem pertranseat: transeun-

eundo enim effectus esset omnino nullus : estque proinde ad rem obtinendam plane necessarium superficierum communicationem, seu vaporis ab una ad aliam transitum prædicta, aut simili alia ratione impedire. Eo impedimento interposito magna vaporis vis intra phialam accumulatur, dum in exteriori superficie non modo non augetur materiæ densitas, verum etiam minuitur; duplici proinde de capite æquilibrium tollitur, & magna inducitur inæqualitas, quia scilicet in una parte augetur, in altera vero minuitur densitas. In una vitri superficie rarescere vaporem & repelli eadem ratione qua supra oppositam accumulatur, peculiaris est vitri ipsius proprietas experimentis quamplurimis confirmata, quæ totius rei, de qua modo agimus, præcipuum caput est.

431. Hisce omnibus positis, nullo jam negotio ex vi vaporis, ruptique æquilibrii ratione fulmen accidere, hoc est, vehementissimam scintillam electricam, quæ omnia fulminis, fulguris, & tonitrus phænomena in exiguo imitetur, consequens est omnino necessarium. Cum enim experimentum superius descriptum peragis, digito catenam tangente, impedimentum ad æquilibrium tollendum tollis, viamque facillimam, & apertam vapori sufficis, qua velocissime per tuummet brachium, pectus & alia membra ab una ad aliam vitri superficiem evibretur ignis electricus.

432. Traditam phænomeni expositionem, insimulque Propositionem probabimus, si tria hæc conficiamus. 1. Vitro reapse indicatam inesse proprietatem. 2. In hoc etiam casu locum non habere duplicem materiam *affluentem*, & *effluentem*. 3. Tandem (quod caput est, unde etiam prima duo pendent) materiam electricam per vitrum sincerum nonnisi difficillime permeare, ab unaque ad aliam ejusdem superficiem transire.

433. Hoc tertium (ut ab illo incipiamus) experimentis constat: corpora origine electrica, quale est vitrum, vaporem neque accipiunt, neque emittunt. In vitrum tamen nominatim penicillum luminosum & vividissimum dirigamus, ita ut vitrum possit contingere: ante contactum semper a vitro refugit, incurvatur, & supra vitri superficiem inter ipsum &

aerem labitur; cum, si loco vitri corpus quodcumque communicatione electricum supponamus, penicillus illico intra ipsum penetret, recipiatur, & veluti immergatur. Tandem fac, ut arcus conductor ab una ad aliam quadrati magici electrici superficiem transiens ad tenuissimam vitri lamellam in altera superficie positam dirigatur: hoc unum satis est, ut nullus habeatur effectus, immensaque fulminis electrici intensitas cohibeatur: tolle lamellam, reliquis omnibus manentibus, fulmen illico evibratur. Vitrum a vapore esse penitus insuperabile, non statuimus: novimus a naturali fulmine multoties rumpi: id unum dicimus, vitri substantiam maximam, quam sciamus, opponere vapori resistentiam: hæc tamen plurimum minuitur, si vitrum valde impurum sit ex terreis particulis, aut etiam fissuris ruptum. Addo hocmet experimentum Lugduno-Batavicum satis probare, vitrum non esse a vapore electrico facile penetrabile: alioquin neque rumperetur æquilibrium, neque materia intra phialam accumularetur.

434. Quod secundum attinet, quadratum magicum (idem est de phiala dicendum) dum vapore instruitur, seu ante fulminationem electrificatur, estque aere undequaque circumdatum, qui origine electricus vaporem neque accipit, neque communicat, nisi paullatim post magnam resistentiam: ad fulmen autem explodendum aliud non requiritur, quam contactus arcus conductoris ad inferiorem superficiem: in hujusce contactus momento, & fulminis explosione unicum fieri vaporis effluentis torrentem, ex eo patet, quod in apice, seu extremitate arcus conductoris quadratum inferius tangentis appareat luminosissimus, & vehementissimus penicillus contra quadratum evibratus, atque proinde unica etiam scintilla ex una tantum parte emicans: ex supra dictis igitur unicus ibi est vaporis torrens. Deinde si duplex hic esset materiæ torrens, alius quidem ad phialam, alius vero a phiala effluens; per mediam vitri substantiam vapor exiliret: consequentiam admittunt, qui illam opinionem tenent: tum vero, dum phiala electrificatur, vapor intra illam non accumularetur: a quo enim, ne exterius efflueret, detineretur? Non equidem ab aqua, aut metallo, cum sint communica-

ca-

catione electrica; non etiam a vitro, ut contendunt; cum igitur vitrum, exterius manus prehensum teneat; vapor electricus libere omnino ab interiori capacitate phialæ per vitrum flueret, perque manum, & hominem liberrime diffunderetur: æqualis igitur esset vaporis densitas in phiala, in vitro, in homine, in conductore, seu catena: esset igitur æquilibrium, nullumque proinde fulmen, aut violenta vaporis explosio.

435. Pars tandem tertia primo loco a nobis proposita ex modo dictis est manifesta. Primo enim non fit experimentum, neque phiala vapore instruitur, quamdiu exteriorem superficiem non tangat manus, aut corpus aliud communicatione electricum, sed aere undequaque, aut corporibus aliis origine electricis circumdatur: quod scilicet per prima, non ita vero per secunda vapor transmitti, atque a vitri superficie recedere possit: quamdiu aer circumquaque phialam ambit, vaporem in ejus superficiem detinet. *Secundo*. Vitrum a vapore electrico non penetrari, modo probavimus; jam vero experimentis superius relatis constat, quod si vaporem electricum supra externam vitrei globi cavi, & vacui superficiem accumulemus, hoc est, si globum ipsum tricemus, aut supra illum penicillus illabatur, & sese expandat; ab interiori illico superficie per spatium aere vacuum luminosus etiam penicillus diffundatur, a vitri superficie recedens. Quamdiu globus est aere plenus, ipsemet aer vaporem a vitri superficie recedere impedit; eo impedimento sublato, vaporem supra unam superficiem accumulari, & condensari, supra alteram vero rarescere, ab illaque recedere, idem plane est effectus, aut sese semper comitantur. Alia multa ejusdem naturæ brevitatis gratia omittimus. Duo tantum hic annotamus, hæc, quæ modo diximus, eleganter etiam cum tradita hactenus theoria, & principio congruere, ab illoque sponte descendere, atque hæc alia est ejusdem theoriæ, principii, & præsentis propositionis confirmatio: & hoc primum: Deinde ex his etiam omnia illa solvuntur, quæ contra propositionem afferri possent: & hoc alterum.

436. Contra Propositionem, & quæ de vitri impenetrabilitate diximus, sequentia opponit *Nollet*, præ-

clarus Philoſophus experimentalis. Aſſumatur vitreum recipiens ſuperius apertum, ſuperiori illius aperturæ & collo ſubtilis phialæ collum maſtiche interius agglutinetur, ita ut phiala intra recipientem exiſtat: vacuo deinde facto, aquaque in phialam infuſa, quoad $\frac{3}{4}$ ſuæ capacitatis adimpleat, in aquam conductoris electrici extremitas immergatur: tum vero ab inferiori phialæ ſuperficie in vacuum luminoſum vaporem quaſi cribratum proſilire animadvertimus (*a*). II. Succuſſionem ſeu fulmen Electricum hac etiam ratione obtinuit Nollet: intra phialam vacuam, quam manu tenebat, radii ferrei curracibus annulis inſtructi deſinebant: tum vero conductorem alia manu tangendo ſuccuſſionem Lugduno Batavicam ſentiebat: fieri autem id non poſſet, niſi luminoſus ille vaporis penicillus per vacuum diffuſus trans vitrum flueret (*b*). III. Quotieſcumque fulminantem ſcintillam ope conductoris ita dirigimus, ut illa vel per ſpiſſiorem chartam, vel per inauratum ſubtilioris chartæ folium pertranſeat, ex ipſamet foraminis forma ſcintillam a phiala egreſſam, non vero ad illam fluxiſſe cognoſcimus: id enim chartacei foraminis velut barba demonſtrat: chartæ præterea folium, quod inauratum quadratum tangit, fuſatum obſervamus: quodſi chartæ loco vitrum ſubſtituimus, aurata fruſtula a quadrato ſeparata, & vitro adhærentia animadvertimus. Omnia autem hæc, inquit, torrentem non ad phialam, ſed a phiala per medium vitrum fluere demonſtrant.

437. Reſp. Nihil eſt quod in allatis experimentis non admittamus, ex illis tamen duplicem materiæ electricæ torrentem probari aut ſyſtema hactenus expoſitum infringi, inficiamur, cum ſecundum noſtram theoriam omnia hæc, & ſimilia alia experimenta faciant. Ad primum: luminoſi materiæ torrentes in argumento relati in vacuo recipiente viſuntur, & ab externa phialæ ſuperficie per totum vacuum ſeſe diffundere apparent. Unde tamen probabitur, eos lumi-

(a) *Hiſt. de l' Acad.* 1753. *pag.* 12. *Mem. &c.*
(b) *Hiſt. de l' Acad.* 1747. *p.* 33. *Hiſt.* 1753. *p.* 14.

minosos torrentes ab interiori phiala capacitate per medium ipsius vitrum egredi, atque pertransire? Hoc ab experimento non constat, quamdiu non probetur, eam materiam aliunde, quam ab phialæ capacitate provenire non posse: Id tamen est, quod neque ratio, neque experimenta ipsa demonstrant; immo & oppositum rationibus; atque experimentis superius allatis evincitur. Fac enim luminosos penicillos: materiamque proinde electricam per vitrum transmitti, atque ab una ad aliam ejus superficiem facile pertransire: præterquam quod id esset corporum origine electicorum, quale est vitrum, indoli, & notissimis proprietatibus superius jam demonstratis penitus contrarium; cum ea electricitati maxime resistant, propriam aliis corporibus non impertiant, neque ab aliis recipiant, & per sese transmittant; unde esset, quod materia electrica intra phialam vitream addensaretur, ipsaque phiala quasi electricum sclopetum electrico vapore instrueretur, & adimpleretur? Si vitrum est ab ipsa materia permeabile, immo quasi perforatum clibanum ipsam effluere permittit; nihil esset unde electricitas intra phialam retineretur, quin per vitrum, ut per corpora non electrica non diffflueret: præcipue cum aliunde habeamus, materiam electricam ex propriamet indole ad sui diffusionem semper adniti.

438. Clarius adhuc patebit ejusdem rei veritas, si consideremus, experimentum Lugduno-Batavicum eo perductum esse a *le Monier*, ut ipse phialam vitream electricitate instrueret, instructam non solum ab conductore separaret, sed separatam ad dissita loca deferret, & per notabile tempus instructam servaret, ut diversis tandem tempore, loco, & corporibus experimentum perageret. Dum per longum tempus phiala electricitate instructa servatur; materia ipsa electrica per phialæ vitrum efflueret, si per illud pertransire potest. Luminosi igitur illi penicilli, ac torrentes electrici in experimento allati non ab interna phialæ superficie, & capacitate per medium vitrum pertranseunt, sed ab externa superficie recedunt, repelluntur, atque per vacuam capacitatem diffunduntur. Id ab experimentis ipsis constat, materiam electricam ea ratione supra, aut intra unam vitri su-

perficiem accumulari, atque addensari, qua ab opposita recedit, & nisi ab una recedat, supra aliam non addensari. Instituatur experimentum, dum phialam undequaque cingit aer: nihil obtines, phiala non electrificatur, neque instruitur, aer ambiens externam materiam repelli non permittit. Manu phialam prehende; res bene vertit; per manum, & hominem, corpus communicatione electricum materiæ depulsioni datur locus. Sit tandem phiala in vacuo, ut ad rem propius veniamus; recte etiam omnia in experimento procedunt: cum enim nulla jam sit aeris resistentia, etsi manu phialam non teneas, electrica tamen materia externa repellitur; phiala igitur instruitur: hinc igitur sunt luminosi illi torrentes in vacuo observati. Quæ modo diximus, duo etiam confirmant in ipsomet experimento ab illius auctore observata: *primum*, electricitate omnino eadem, & vacuo perseverante, luminosi torrentes, atque effluxus paullatim semper minuuntur, quoad penitus evanescunt (a). Unde tamen hoc? intra phialam eadem semper est materiæ electricæ densitas, atque accumulatio: extra phialam nulla est aeris resistentia; vitrum etiam ipsum materiæ transitum non impedit: quare igitur exterius non effluit? Quia, inquit *Nollet*, dum interim fit experimentum, aliquid humoris ad externam phialæ superficiem adhæret. Attamen etsi id fieret, magis istud materiæ effluxum juvaret, quam impediret; cum aqua, atque humor electricitati obstaculo non sint, immo illam facillime recipiant, & in causa etiam sint, ut humidus aer (corpus alioquin materiam electricam non recipiens, neque transmittens) eam facile admittat, atque effluere amplius non impediat. Secundum nostram vero theoriam rei causa est omnino obvia: tantum enim materiæ ex una superficie decedit, quantum supra aliam oppositam accumulatur: quamdiu igitur intra phialam electricitas perseverat invariata; fluxus ab externa etiam superficie cessat: quod minime fieret, si materia interna per medium vitrum posset transire.

439.

(a) *Hist. de l' Acad.* 1744. 1753. *pag.* 13.

439. *Secundum* : Si ſcintillam e conductore elicimus ; vividum lumen fulgura referens in vacuo aut phiala apparet. Educta ſcintilla, ignis electricus intra phialam exploditur, atque plurimum minuitur ; ſecundum igitur datam theoriam æqualis materia eodem tempore per vacuum ad extimam phialæ ſuperficiem evibratur, ut æquilibrium ſemper exiſtat: hinc igitur eſt illa luminis coruſcatio ad ſingulas ſcintillarum evibrationes. Omitto alia ejuſdem experimenti phænomena relatis omnino ſimilia, quibus noſtra propoſitio magis ſemper confirmatur.

440. II. Secunda difficultas ſuperius propoſita ex hucuſque dictis, atque ex ipſamet theoria ſolvitur. Aliud illa non continet, quam ſuccuſſionem Lugduno-Batavicam ope phialæ vacuæ elicitam: peculiaris tamen rei circumſtantia nihil in experimento ipſo immutat. Succuſſio in hoc etiam caſu habita non ab interna phialæ capacitate per mediam ejus vitri ſubſtantiam provenit, ſed per conductorem ipſum, quem tangis, & manum ad externam phialæ ſuperficiem diſploditur, ut ruptum virium æquilibrium reparetur : eatenus enim in hoc etiam caſu fit experimentum, & phiala vacua electricitate inſtruitur, quatenus plurimum vaporis electrici intra phialam addenſatur, & æqualis interim materiæ copia ab externa ſuperficie recedit : hoc modo rumpitur naturale virium æquilibrium. Cum primum conductorem digito attingis, manu altera phialam tenendo, viam materiæ electricæ aperis, qua a phiala, ubi denſiſſima eſt, ad externam ejus ſuperficiem, ubi rariſſima exiſtit, motu violentiſſimo evibretur. Succuſſio igitur non eſt ſcintilla a phiala per medium vitrum permeans, ſed materia per manum ad phialam accurrens : idque eſt in omni experimento hujuſmodi commune.

441. III. Quod tertiam difficultatem, atque experimentum nobis objectum attinet, non ſatis video, quid ab illo experimento pro una vel alia theoria afferri poſſit. Maſſa & partes ex quibus chartæ componuntur, eam habent indolem, mollitiem, inæqualem adeo texturam, plexum, & flexibilitatem ; materia etiam electrica ſingulari adeo ratione in corpora agit attrahendo, repellendo, multipliciter & inæqua-

qualiter comburendo, ut nihil in illo experimento videam, quo nostra propositio infirmetur. Quin immo attenta partium chartæ natura, atque textura, electricæque materiæ indole, necesse est, ut foramen modo sit ab una, modo ab alia, modo ab utraque, modo etiam a neutra parte rasum, aut hirsutum, modo secundum torrentis, ac scintillæ electricæ directionem, modo etiam contra. Quid enim si dicam, hyrsutam debere esse foraminis circumferentiam a parte illa, in quam primo scintilla irrumpit? id sane est, quod ab igne electrico attrahente, irrumpente, repellente multipliciter fieri potest, ut consideranti patebit.

442. Opponitur 2. Corpus electrificatum ab eadem sui parte eodemmet tempore & attrahit, & repellit diversa corpora: qui autem id posset simul fieri sine duplici materiæ torrenti, quorum unus affluat, alter vero effluat? II. Deinde ejusdemmet liquoris effluxus ab aliquo vase est semper acceleratus, vel vas liquorem continens ope conductoris electrificetur, vel liquor ipse prope corpus electrificatum collocetur: duplex autem hic casus secundum nostram theoriam explicari omnino, & fieri non potest. Si vas electrificatum in primo casu liquorem effluente materia propellit; corpus vicinum & similiter electrificatum in secundo liquorem ab effluxu potius impediret, quam adjuvaret. III. Si tubo vitreo recens perfricto, atque electrificato oblongum aliquod subtile, & facile flexibile corpus admoveas, puta oblongum filum, tenuissimam metallicam bracteolam; in corpore ipso multiplicem flexuram, atque sinus oppositos animadvertes; indubium sane duplicis materiæ torrentis indicium. IV. In conductoris cylindrici superficie circulum describe, & in diversis ejus circuli punctis diversa etiam tenuissima, & flexilia fila appende: Similiter in interiori superficie circuli trium pedum diametri plura hujusmodi fila etiam infige, ita ut omnia libere dependeant, & volvi possint: Conductorem ita per circuli centrum transmittes, ut utriusque fila sibi in eodem plano mutuo respondeant. Rebus ita constitutis, electrificetur conductor: tum vero animadvertes, conductoris fila coronam radiorum divergentium ab eodem centro recedentium compone-

nere; illa vero amplioris, & concavi circuli coronam similiter, sed radiorum convergentium efficiunt, quæ quidem ad unum idemque etiam punctum, atque utriusque coronæ centrum diriguntur: hæc autem omnia non nisi a duplici torrente proficisci possunt (a).

443. Ad hæc omnia facilis est responsio. Primum est pura putaque nostræ theoriæ consequentia, quam satis jam superius explicavimus: omnia hic fiunt secundum rationem æquilibrii intensitatum, seu virium materiæ: Si ergo ab una eademque parte plura simul corpora levia conductori admoveantur, quorum unum parem, alia minorem, altera majorem, quam conductor ipse, electricitatem habeant; uno eodemque tempore alia quidem repellentur, dum interim magno alia velocitatum, & virium discrimine attrahentur. Ad II. Utrumque etiam secundi experimenti phænomenon expositæ thæoriæ conforme est: in priori quidem cum vas, tum etiam liquor parem aut cum conductore, aut saltem inter se habent electricitatem: sese igitur mutuo repellent: effluentis igitur liquoris velocitas addita electricitate magis augetur, quam si sola partium gravitate flueret. Alterius casus similis omnino, aut eadem est ratio: partes singulæ fluentis liquoris eamdem, seu æque intensam habent electricitatem: se igitur mutuo repellunt; partes igitur liquoris jam fluentes non solum gravitate sua, sed aliarum etiam partium fluidi totum vas adimplentis actione ad effluendum urgentur: auctis proinde viribus velocius effluent. Ad III. Tenuissima, & facile flexibilis bracteola dum a conductore electrificato attrahitur, in sinus, atque flexus incurvatur, & hoc quidem alio de capite a duplici materia penitus diverso: primo enim vel ob inæquales partium distantias inæqualiter bracteolæ (non satis forsitan homogeneæ) partes electrificantur. 2. Ab aeris resistentia, quæ non levis esset, si tota simul bracteola, nullo sinu facto, undequaque ad conductorem accurreret. Equidem dum subtiles hu-

(a) *Hist. de l'Acad.* 1753. *pag.* 40.

hujusmodi bracteolæ, aut similia alia levissima corpuscula pondere suo per aerem labuntur, in similes sæpe sinus incurvantur: causa tamen trahens in omnibus illius partibus est sola gravitas, neque ad phænomenon explicandum contrarius aliquis materiæ fluxus requiritur. Ad IV. Phænomenon ultimo loco relatum theoriam nostram confirmat. Priora fila conductori circumposita distenduntur, atque tamquam circuli radii divergunt; quia ob contactum conductoris eamdem non solum inter se, sed cum conductore ipso habent electricitatem: a se igitur mutuo, atque a conductore repelluntur; opus igitur est, ut coronam divergentium radiorum componant. Exterioris autem circuli fila ob magnam a conductore distantiam electricitatem habent multo minorem, atque remissiorem, quam conductor: ad hunc igitur tamquam ad centrum attrahuntur: coronam proinde convergentium radiorum efficere debent. Ulterius in iis explicandis, atque probandis non immoror, quia ex ipsismet theoriæ principiis dependent, & superius a nobis fuerunt in casu non dissimili exposita.

444. Opponitur ulterius. Ipsæ etiam electricæ scintillæ a corpore electrificato diplosæ duplicem materiæ torrentem demonstrare videntur. Etenim dum homo terræ insistens hominem electrificatum tangit, scintilla electrica in eorum utroque visitur, & in utroque etiam intimum, & vivum dolorem creat. Deinde ipsamet scintilla per sensibile aliquod tempus non durat, sed in momento temporis apparet, & disparet, quin vel prius per gradus intendatur, aut postea sensim languescat, atque diminuatur. Duo autem hæc vix in unius tantum torrentis systemate intelligi poterunt: quare enim materia electrica paullatim ab uno in aliud corpus non influit, & influendo diuturnam scintillam, seu visibilem torrentem non efficit?

445. Resp. Quidquid hic opponitur, facillime secundum expositam theoriam solvitur; & si quam habet difficultatem, æque duplicis torrentis systema impugnat. Lumen electricum in utroque corpore apparet, & in utroque doloris sensum creat, licet sit unus idemque materiæ torrens; quia eadem materia, & ab uno corpore erumpit, & in aliud irrumpit, at-

atque tam in egressu, quam in ingressu intimas ipsorum corporum partes afficit, tamquam verus ignis quo animalis corporis membra pervadantur: cum igitur ignis ille electricus satis collectus, atque densus, maximaque velocitate ab uno corpore in aliud evibretur: mirum non est, si in utroque non solum clarissime appareat, sed etiam molestiam; dolorisque sensum generet. Ad secundum. Non dissimili ratione phænomenon explicabis, quamlibet ex duabus sententiis teneas. Cum conductor in acutam cuspidem desinit, & vehementem, constantemque recipit electricitatem; tum vero non solum ab illo exploditur scintilla, sed perennis luminosæ materiæ torrens ab ipso per cuspides magno impetu, & sensibili stridore effluere apparet: cum conductor in cuspidem non desinat, aut non sit vehementer electricus, digitumque ad illum paullatim admoves; paullatim etiam intra conductoris atmosphæram materia electrica ad digitum pertransit: interim tamen neque scintillæ instar evibratur, neque luminosus apparet torrens, quia ad contactum, aut prope contactum perventum adhuc non est, materiaque proinde densitatem ad scintillam lumenque efficiendum necessariam non habet, obstante interim tum utriusque corporis distantia, tum interpositi aeris resistentia. Quamprimum autem ad id punctum & viciniam digitum admoveris, ubi duplex hoc resistentiæ caput materiæ viribus impediendis satis jam esse non possit; tum vero ipsa ruptis carceribus magno impetu evibratur. Post evibrationem seu displosionem, æquilibratis parumper viribus, omnis explosio intermittitur, quoad rupto iterum æquilibrio, ad novam displosionem veniamus. Plurima hujusce rei exempla habemus in natura, in igne nimirum paullatim ad pulverem pyrium admoto, & in mille eliis.

446. Opponitur etiam a *Nollet* sequens argumentum, quo non solum unius tantum torrentis ratio, sed etiam ipsiusmet electricæ materiæ proprietates evertere adnititur. Si tota res electrica unico materiæ torrente perageretur, opus sane esset, materiam ipsam esse insimul & maxime elasticam, & maximæ compressionis capacem, atque intra conductorem magnopere condensari: hæc tamen sunt, quæ con-

concipi omnino non possunt: quomodo enim ita addensabitur materia electrica intra illud corpus, per cujus poros facillime movetur? Deinde illamet facilitas ad motum, liquiditas atque elasticitas inter se pugnare videntur, neque simul in eodem corpore conjungi. Tandem velocissimus ille hujusce fluidi motus versus omnes partes, directus, lateralis, retrogradus vix concipi aliqua ratione possunt.

Respondeo: Hæc omnia, ut fere omnia in duplicis etiam torrentis systemate admitti debent. Deinde hujusmodi sunt, quorum exempla habeamus in natura, & experimentis innitantur, satis hoc ultimum esse debet, ut omnes illico difficultates, & argumenta opposita evanescant. Quod materia electrica sit maxime elastica, compressionis, & dilatationis capax; satis supra demonstravimus: id non esse unicum ejusdem rei exemplum, satis intelligitur ex proprietatibus aeris, quas suo loco explicavimus. Est enim vero aer corpus fluidum, magnæ compressionis, atque dilatationis capax; ejus præterea particulæ sunt subtilissimæ, &, cum compressæ fuerint, versus quamcumque partem secundum omnes directiones expanduntur, atque moventur: quidni igitur rem eamdem in alio fluido existere posse, & perfectiori quidem modo, non fatebimur? Motus retrogradus fluidi elastici, atque compressi est effectus, qui elasticitatem ipsam consequitur, ut in aere ipso visitur. Tandem intra corpora, per quæ liberrime transfluit materia electrica, addensari potest; quia externus aer conductorem ambiens, est corpus origine electricum, quod resistentia sua dictam materiam impedit, intra conductorem detinet, atque ea ratione ad magnam densitatem compellit. Hæc quidem esse materiæ electricæ proprietates, negare non possumus: quodsi satis non intelligimus, quanam ratione, & primitivo, atque simplicissimo mechanismo ista omnia a simplicissima materia proveniant; commune id est omnibus philosophis malum, quod majorem Physicarum rerum partem comprehendit. Quamcumque circa rem electricam opinionem teneas, cum ad primitivum totius rei cardinem pervenimus; hærere nobis aquam fateamur oportet.

447. Penicillum, & stella luminosam esse notam, pri-

primum quidem materiæ effluentis, secundam vero influentis; sequentibus impugnat *Nollet*. In casu experimenti numero 306 &c. relati fila metallica, quorum cuspides machinæ conductori cominus admoventur, penicillum, & stellam exhibent, ea tamen phænomenorum varietate, ut nihil inde certi concludi posse videatur. Penicillus luminosus in fili machinam respicientis apice observatus a stella quidem differt; verum si ejusdem fili extremitatem globo paulo supra manum fricantis cominus admoveas; penicillum non dissimilem in filo animadvertes: cum autem illa in parte globus sit electricus, materiamque a manu ad conductorem adducat; ignis a globo potius in filum, quam e contrario effluet: penicillus igitur in hoc casu non effluentis, sed influentis materiæ nota existit. 2. Quod stellam, & filum conductorem respiciens attinet, non minus res est varietati, atque mutationibus obnoxia: Etenim si fili cuspis sit satis acuta, stella veluti luminosum punctum apparet, quod magis sensim distenditur, atque dilatatur, quo magis ad conductorem acceditur: si extremum sit obtusum, & latius; stella etiam erit latior, & pariter decrescente distantia inter filum & conductorem ampliatur, & magis in longum producitur, ita ut penicillus aliquando esse videatur. 3. Tandem si filum hujusmodi ope ceræ Hispanæ *separatum* manu altera teneas, alterius vero digito ejus extremitatem a conductore aversam contingas; intendetur ad oppositum fili extremum stella; quod quidem argumento est, materiam electricam per filum versus conductorem fluere, atque fluendo stellam formare: stella igitur etiam est effluentis materiæ effectus.

448. Ad hæc omnia facilis est responsio, neque iis probatæ propositionis veritas infringitur. Ad *primum*: Duplici casu formari potest penicillus in fili metallici cuspide, cum illa paulo altius, quam fricans manus globo admovetur: 1. Cum materia electrica a conductore in machinam transmittitur, quod multoties fieri demonstravimus; tunc enim ea globi pars materia electrica est jam spoliata. 2. Cum densior est in filo, quam in dicta globi parte electricus ignis; id quod multoties etiam evenit. Quod si ex

ad-

adverso densior supra globum, quam in filo extiterit; tum quidem stellam in ejus cuspide observabis. *Secundum* nihil, nisi puram putam legem electricitatis virium decrescente distantia crescentium continet: juxta hanc legem est, quod filo, ejusque cuspide paulatim ad conductorem accedente, ignis electricus intensior semper & intensior, ac proinde ampliorem etiam, & productiorem stellam referens appareat, & in filum influat. *Tertium* est pariter theoriæ, & simplicissimæ ejus legis effectus: digitus alterum electrificati fili extremum tangens, materiam aliquam ab illo elicit, cum filum ignem a conductore paullatim recipiendo, & in sese colligendo, majorem, quam digitus, habeat materiæ densitatem: diminuta in filo materiæ densitate, copiosior in illud a conductore transmittitur; & hinc intensior, atque splendidior fit stella, necesse est.

F I N I S.

INDEX

INDEX

TOMI V.

LECTIO II.

LECTIO III.

LECTIO IV.

DE METHEORIS

SEU

DE IIS, QUÆ IN ATMOSPHÆRA TERRESTRI VISUNTUR.

LECTIO V.

LECTIO VI.

§.

VERA FULMINUM CAUSA, ET THEORIA PROPONITUR.

CO-

L E C T I O VII.

LECTIO VIII.

LECTIO IX.

(Di-

PYROTECHNIA PHYSICA

SEU

DE ELEMENTO IGNIS.

LECTIO I.

LECTIO II.

IX.

LECTIO III.

De calore.

LECTIO IV.

De Frigore, seu statu corporum calori contrario.

LECTIO V.

DIS-

DISSERTATIO

DE

ELECTRICITATE &c. 291

PARS PRIMA.

EXPERIMENTA

ET

PROPOSITIONES QUÆ MATERIÆ

Electricæ Phenomena ignea, & luminosa spectant.

EX-

PARS SECUNDA.

Finis Tomi Quinti.

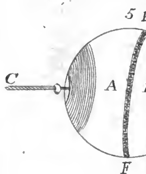
ER-

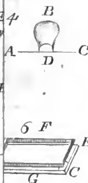
ERRORES VOLUMINIS V.

pag.	linea	ERROR	CORRECTIO
10	28	fufiffime	fufiffime
ibi	36	difuiffionem	difcuffionem
13	19	qua	quæ
14	40 42	anthilia	authlia
15	6	fucceffionem	fuccuffionem
ibi	17	emboles	embolus
22	43	ferre	fere
28	20	augeat fubtiles	augeat. Subtiles
34	33	præmens	premens
52	43	matallis	metallis
56	24	materia	materiæ
60	41	ratione	rationem
61	18	fi	Ii
70	7	minimis	minimos
ibi	22	exiftentiis	exiftentis
71	34	&	at
75	37	radas	radat
81	31	cormutenfis	carmutenfis
90	32	translatio	fluxio
147	25	fulphures	fulphuris
150	18	fulgures	fulguris
153	18	fic	fit
158	34	producentis	producendis
		ferret credendum...	ferret: Credendum
163	15 16	eft .. oculus	eft .. oculos
170	37	calorumque	colorumque
184	38	prodigiofo	prodigio
189	15	tentate	tentata
208	26	coronæ	corona
198	6	adfpicitur. Iris	adfpicitur Iris
ibi	10	revolvens	refolvens
209	32	agem	agam
212	7	ftuda	fluida
213	2	corpus	non eft corpus
217	40	percipiuntut	percipiuntur
220	14	igno	igne
234	38	reftituta	reftitura
242	10	fed cum	fed eum
247	33	vafi	vafis
248	29	eft	&

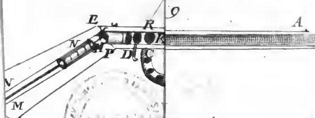
250

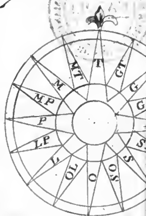
		ERROR	CORRECTIO
pag. 250	linea 5	quoad	quod
255	43	ſemiunciæ	*deleatur*
260	44	ſenſibilibus	ſenſibilius
265	30	diſpartiantur	diſpertiantur
277	1	excitatur: integra perinde	excitantur: integra proinde
ibi	32	humori	humor
286	9	ſpæræ	ſphæræ
288	18	dicimus in multiplices	dicimus. Sit linea BD
294	20	etiam	viam
296	18	gemina	germina
298	38	occurrerent	agendo
303	5	afficiatur	afficiantur
309	18	electrificatus	electrificatur
310	20	diei	dici
317	7	corpora	corpore
320	18	componit	componi
328	30	tatione	ratione
330	36	aereæ	æreæ
ibi	39	oſcillans	oſcillantem
336	12	pervenire	pervenere
346	28	adducudendis	adducendis
352	21	maſeriæ	materiæ
358	16	matriæ	materiæ
365	34	ſtella	ſtellam
366	16	ſtella	ſtellam
377	18	350. 557	381. 388
379	5..7	ſtella	ſtellam
391	1	phiala	phialæ
398	9	ut	aut
ibi	44	ſtella	ſtellam
399	3	306	379. &c.

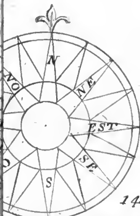

5
C
A
F


4
B
A
C
D
6 F
E
G
C

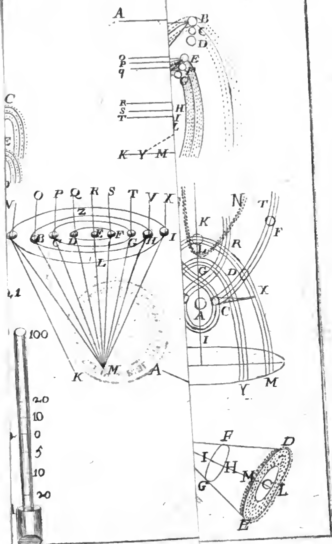

N
X
7
V
O

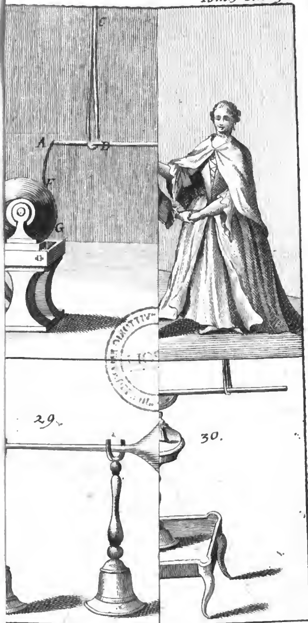

9
E
R
A
N
P
D
C
N
M


T
GT
MT
M
G
MP
P
LP
L
OL
O
OS
S


N
NO
NE
EST
SE
S
14




A
B
C
D
O
P
q
E
F
G
R
S
T
H
I
L
K Y M
C
E
O P Q R S T V X
Z
B C D E F G H I
L
N
K
R
T
F
G
D
X
A
C
I
M
K
A
Y
100
20
10
0
5
10
20
F
D
I
H
M
G
C
L
E


C
A
D
F
G
29.
30.



